



54-12

6639



# PROGRAMAS

PARA EL INGRESO

EN LA

## Escuela Especial de Ingenieros Agrónomos

precedidos de datos sobre la carrera,  
condiciones para el ingreso y formulario que interesa conocer  
á los aspirantes,  
según la reforma de estudios establecida en el Reglamento vigente  
de 28 de Junio de 1910.

---

MADRID

IMPRENTA ALEMANA.-FUENCARRAL, 137  
1912

378.663 Prog  
1830000 488



# PROGRAMAS

PARA EL INGRESO

EN LA

## Escuela Especial de Ingenieros Agrónomos

precedidos de datos sobre la carrera,  
condiciones para el ingreso y formulario que interesa conocer  
á los aspirantes,  
según la reforma de estudios establecida en le Reglamento vigente  
de 28 de Junio de 1910.



MADRID

IMPRENTA ALEMANA.-FUENCARRAL, 137  
1912



## Ejercicio de la carrera de Ingeniero agrónomo.

Oficialmente se ejerce esta carrera:

1.º Ingresando en el Cuerpo nacional de Ingenieros agrónomos, con un sueldo mínimo de 3.000 pesetas, y ascendiendo constantemente hasta poder llegar al superior de 12.500 pesetas.

Los individuos de este Cuerpo prestan sus servicios en el Ministerio de Fomento, excepción de una sección que depende del Ministerio de Hacienda para la formación del Catastro parcelario, y otros Ingenieros de la Presidencia del Consejo de Ministros en la Comisión de Colonización interior.

Aparte de estos sueldos, se disfrutan indemnizaciones en los trabajos de campo, comisiones y visitas de inspección, que oscilan entre 25 y 50 pesetas diarias, siendo abonados también los gastos de locomoción. Además, ciertos servicios están retribuidos con gratificaciones que varían de 1.000 á 3.000 pesetas.

2.º Obteniendo, mediante oposición, el nombramiento de Catedrático de Agricultura en los Institutos de segunda enseñanza.

3.º Ingresando por concurso en el Cuerpo de Ingenieros geógrafos dependiente del Instituto Geográfico y Estadístico, como Ingeniero geógrafo ó Fiel contraste.

4.º Desempeñando diferentes destinos de los Ministerios de Estado (posiciones españolas del Golfo de Guinea), Gracia y Justicia (Colonias Penitenciarias), Hacienda (Ingenieros Inspectores de las Delegaciones de provincias) y Guerra (servicio de Remonta), y

5.º Poniéndose al servicio de las Diputaciones provinciales y Ayuntamientos en la dirección de ciertos establecimientos ó dependencias, para lo cual es preciso poseer el título de Ingeniero agrónomo.

Particularmente se ejerce:

1.º Ingresando en la Compañía Arrendataria de Tabacos, Sociedad general Azucarera, Banco Hipotecario, Asociación general de Ganaderos del Reino, Sociedades de Crédito Agrario, etcétera, que exigen como condición para el nombramiento del personal técnico tener el título de Ingeniero agrónomo, y



2.º Ofreciendo á los propietarios agricultores, ganaderos é industriales agrícolas los servicios que se detallan á continuación:

Medición, tasación, planos y deslinde de fincas rústicas.

Tasación y proyectos de construcción de edificios rurales, casas de labor, bodegas, molinos de aceite, establos, etc.

Elección é instalación de maquinaria agrícola.

Proyectos de construcción de canales de riego.

Estudios de saltos de agua y pantanos para uso particular. Alumbramiento de aguas. Saneamiento de terrenos. Aprovechamientos de marismas. Riegos de fincas, etc.

Organización, dirección, administración y proyectos de empresas agrícolas. Plan de cultivos, Repoblación de viñedos con vides americanas.

Particiones testamentarias de fincas rústicas. Análisis químico de tierras, abonos, aguas, aceites, vinos, remolachas y demás materias agrícolas.

Explotaciones zootécnicas.

Estudio de la fertilidad de las tierras ó abonos. Enmiendas. Cultivos más apropiados.

Catastro parcelario y registros fiscales de términos municipales, por convenio con los Ayuntamientos ó con particulares, para someter á la aprobación del Estado.

Resoluciones de consultas sobre todos los puntos relacionados con la producción vegetal y animal. Enfermedades de las plantas y medios de combatirlas.

**Condiciones para el ingreso en la Escuela Especial de Ingenieros Agrónomos. — (Del Reglamento vigente de la Escuela, de 28 de Junio de 1910.)**

*De la admisión de alumnos oficiales.*

Art. 54. Para ingresar en la Escuela como alumno del curso preparatorio, será preciso:

1.º Ser español y menor de veintidós años en 1.º de Octubre del año en que se pretenda el ingreso.

2.º Ser de complexión sana y no adolecer de defecto físico que impida ó dificulte el ejercicio de la profesión, lo que se acreditará mediante reconocimiento facultativo realizado por el Médico que para cada convocatoria designará la Junta de Profesores.



3.º Tener aprobadas en algún Instituto general y técnico todas las asignaturas que son necesarias para obtener el título de Bachiller, justificando este hecho mediante la presentación del correspondiente certificado ó la del Título.

4.º Ser aprobado mediante examen en la Escuela y ante Tribunales formados con Profesores de la misma en los ejercicios de ingreso, que tendrán lugar todos los años en una sola época, siendo ésta la correspondiente á los días de Mayo y Junio, que en vista de las solicitudes oportunamente determine la Junta de Profesores.

Art. 55. Los ejercicios de ingreso á que se refiere el artículo anterior, se efectuarán con sujeción á las prescripciones siguientes:

1.ª Para tomar parte en ellos bastará solicitarlo del Director de la Escuela durante la primera quincena de Mayo, acompañando á la primera instancia de cada interesado la partida de inscripción en el Registro Civil, legitimada y legalizada, la cédula personal y el certificado de aprobación de las asignaturas del Bachillerato ó el Título de Bachiller en su caso, satisfaciendo cinco pesetas en concepto de derechos de examen por cada uno de los que se soliciten.

2.ª Los cuestionarios correspondientes á los ejercicios de ingreso se publicarán en la *Gaceta de Madrid* antes del mes de Octubre inmediato anterior á la correspondiente época de ingreso. Cuando no se publiquen se entenderá que siguen rigiendo los últimos publicados.

3.ª Los exámenes de que se trata serán seis, y versarán sobre cuestiones de

Aritmética y Algebra.

Geometría y Trigonometría.

Física.

Biología general.

Dibujo lineal.

Idioma Francés.

El examen de Aritmética y Algebra consistirá en resolver tres cuestiones ó problemas de tema corriente; la resolución de dos de ellas elegidas por el Tribunal, y correspondiente una á la Aritmética y otra al Algebra, será objeto de un ejercicio práctico escrito; la tercera, sacada á la suerte, y que puede referirse á una ó á las dos materias, habrá de resolverse en la pizarra ante el Tribunal, el cual podrá hacer las preguntas que



juzgue convenientes á los fines de aclaración y justificación del razonamiento. Para la realización de esta segunda parte del examen es indispensable la aprobación en la primera.

El examen de Geometría y Trigonometría constará también de dos partes, formadas de modo análogo á como se detalla el examen anterior, y siendo iguales también las restricciones. Para actuar en este examen es preciso haber aprobado en el de Aritmética y Álgebra.

El examen de Física consistirá en contestar el examinando á las preguntas que del respectivo cuestionario le haga el Tribunal, y en resolver los problemas que éste le proponga en el acto del examen.

Para actuar en el examen de Física precisa la aprobación en Geometría y Trigonometría.

El examen de Biología general será realizado por escrito y se referirá á un tema de los comprendidos en el correspondiente cuestionario; pero el Tribunal podrá ampliar este examen en los casos en que lo juzgue necesario, mediante las preguntas que con relación al tema desarrollado acuerde hacer.

Para actuar en este examen no será necesaria la aprobación de otras de las de ingreso.

El examen de dibujo lineal constará de dos ejercicios: uno de Dibujo con instrumentos y otro realizado á mano libre; el primero tendrá una característica marcadamente geométrica, y el segundo se referirá á los ornamentos derivados de la línea recta, curva y mixta.

Consistirán estos ejercicios en la copia de un modelo (lámina) de cada una de las clases indicadas.

El examen de idioma francés consistirá en la traducción de un período tomado de un libro de agricultura.

Art. 56. El candidato que no se presente á sufrir el examen de una materia cuando fuese llamado, no podrá examinarse de aquélla hasta el siguiente período de exámenes.

Si solicitara del Tribunal y por escrito la dispensa de la falta antes de terminar los exámenes de que se trate, y si las razones alegadas resultasen atendibles por el Tribunal, éste podrá conceder nuevo señalamiento de examen, pero sólo por una vez.

El Aspirante, una vez terminado el Bachillerato, debe dirigirse á un centro de enseñanza particular para adquirir los conocimientos necesarios para ponerse en condiciones de sufrir con éxito los exámenes de ingreso en la Escuela. Recomenda-



mos como el más conveniente á nuestro juicio la Academia Herreros, constituida por profesores todos con el título de Ingenieros, en la que las enseñanzas para el ingreso en la Escuela especial de Ingenieros Agrónomos está á cargo del Ingeniero del Cuerpo D. Francisco Bilbao, auxiliado por los demás Ingenieros de la Academia. Para mayor tranquilidad de los padres tiene establecido un internado, bajo la inmediata vigilancia del Director de la Academia D. Juan Herreros, Ingeniero de Montes, al que deberán pedirse Reglamentos á la calle de Hernán Cortés, 22, 2.º

En los primeros 15 días de Mayo deberá el aspirante solicitar examen de las asignaturas y grupos para que esté preparado, pudiendo hacer uso del siguiente modelo en un pliego de papel de una peseta:

Excmo. Sr. Director de la Escuela especial de Ingenieros Agrónomos.

D. .... de ..... años de edad, natural de ..... provincia de ..... domiciliado en esta Corte calle de ..... núm. .... con cédula personal de ..... clase núm. .... expedida en ..... á ..... de ..... de 1911 á V. E. con el debido respeto expone:

Que aspirando á ingresar en la Escuela que V. E. tan dignamente dirige, tiene el honor de solicitar examen en el corriente año de las siguientes asignaturas.....

..... y en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 55 del vigente Reglamento acompaña á la presente instancia la partida de inscripción en el Registro Civil, la cédula personal y el certificado de aprobación de las asignaturas del Bachillerato.

Gracia que espera obtener de la reconocida bondad de V. E. cuya vida guarde Dios muchos años.

(Firma del interesado).

Madrid..... de Mayo de 1911.....

*Nota.* — Al entregar esta instancia en la Secretaría de la Escuela se ha de abonar cinco pesetas por cada examen que se solicite.

Por R. O. de 23 de Abril de 1912, se concede examen en Septiembre á los Aspirantes que tengan pendiente solo una ó dos asignaturas de las que se hayan examinado en Mayo ó Junio anterior.



## Cuestionarios de las Asignaturas de ingreso.

(DE LA GACETA DE 1.º DE OCTUBRE DE 1910).

### ARITMETICA

1.º Ejercicios con NÚMEROS ENTEROS, en lo que se refiere á las OPERACIONES Y PROPIEDADES ELEMENTALES. — Fundamento teórico.

*Numeración decimal.* — Reglas.

*Adición y sustracción.* — Casos y sus correspondientes reglas operativas; consecuencias. — Pruebas. — Alteraciones que experimenta la suma y la diferencia cuando varían los datos. — Complemento aritmético.

*Multiplicación y división.* — Casos y reglas operativas correspondientes. — Pruebas. — Teorema relativo al cambio de orden en los factores de un producto y consecuencias que se deducen de este teorema fundamental. — Teoremas que se refieren á la división de un producto de varios factores por un número y á la de un número por un producto de varios factores; consecuencias. — Alteraciones en los resultados de la multiplicación y división según los que sufren los datos. — Abreviaciones que pueden hacerse en casos particulares de la multiplicación y división.

*Divisibilidad.* — Principios en que se funda. — Caracteres de divisibilidad por 2, 5, 4, 25...; por 3 y por 9 y por 11. — Aplicación del método general á los divisores 7 y 13. — Pruebas que proporcionan esta teoría para las operaciones elementales; empleo del divisor 9.

*Máximo común divisor* de dos ó más números. — Investigación del m. c. d. por el método de las divisiones sucesivas. — Principales propiedades del m. c. d.

*Mínimo común múltiplo* de dos ó más números. — Su investigación directa. — Propiedades esenciales del m. c. m.

*Números primos.* — Primeras nociones. — Descomposición de un número en factores primos. — Divisibilidad por descomposición. Divisores de un número. — Investigación del m. c. d. y m. c. m. de dos ó más números por la descomposición en factores primos.



## 2.º Ejercicios con NUMEROS FRACCIONARIOS.

*Fracciones ordinarias.* — Sus propiedades. — Reducciones: de entero ó mixto á fracción, transformación del número fraccionario mayor que la unidad, simplificación de fracciones, reducción de fracciones á un común denominador. — Adición, sustracción, multiplicación y división de números fraccionarios: Casos y reglas operativas. — Operaciones en forma implícita. — Fracciones complejas.

*Fracciones decimales.* — Sus propiedades. — Adición, sustracción, multiplicación y división con números fraccionarios decimales.

*Conversión de fracciones.* — Reducción de una fracción á otra de denominador dado; cociente de dos números en menos de  $\frac{m}{n}$ . — Conversión de fracciones ordinarias en decimales: Condición de posibilidad para la exacta transformación. — Casos en que la conversión no se puede efectuar exactamente; circunstancias que determinan estos casos y propiedades de las fracciones decimales resultantes. — Conversión de fracciones decimales en ordinarias: Investigación de la generatriz de una decimal exacta, de una periódica pura y de una periódica mixta. Forma numérica de la relación inconmensurable.

## 3.º Ejercicios relativos á las POTENCIAS Y RAICES.

*Potencias de grado entero,* en los números enteros y fraccionarios. — Condiciones generales de potencialidad. — Producto y cociente de potencias del mismo número. — Potencia de potencia. — Potencia de un producto.

*Raíces en general.* — Concepto de raíz enésima entera y de raíz enésima en menos de  $\frac{1}{d}$ . — Raíz enésima de un producto ó de un cociente indicado, cuando las cantidades que lo forman son potencias perfectas de grado  $n$ . — Raíz enésima de una potencia cuyo grado es múltiplo de  $n$ .

*Teorías de la raíz cuadrada y la raíz cúbica.* — Formación y composición del cuadrado y del cubo de una suma ó diferencia (indicada) de dos números. — Observaciones referentes á los cuadrados y cubos de los números enteros. — Extracción de la raíz cuadrada y de la cúbica de un número entero ó fraccionario, en menos de una unidad. — Raíz cuadrada y raíz cúbica de las fracciones, sin aproximación fijada. — Raíz cuadrada y raíz cúbica de un número entero ó fraccionario, con una aproximación dada. — Prueba de las operaciones; empleo del divisor 9.

## 4.º Ejercicios con NUMEROS INCONMENSURABLES Y APROXIMADOS.

*Números inconmensurables.* — Teoría de los límites: límite de



una magnitud variable y principales propiedades relativas á los límites. — Concepto del número inconmensurable y de las operaciones con inconmensurables. — Generalización de las reglas de cálculo.

*Números aproximados.* — Cuestiones que se presentan en el cálculo de estos números. — Errores absoluto y relativo. — Determinación de un límite del error cometido en las diversas operaciones que pueden efectuarse con números, cuya aproximación se conoce. — Recíproco de este problema.

#### 5.º Ejercicios con NUMEROS CONCRETOS.

*Sistemas de pesas y medidas y monetarios.* — Sistema métrico decimal: unidad fundamental ó base del sistema. — Unidades principales. — Formación y nomenclatura de los múltiplos y submúltiplos de una unidad principal.

Medida de longitud: múltiplos y divisores de la unidad principal. — Unidades usuales para las medidas itinerarias.

Medidas de superficie: múltiplos y submúltiplos; relaciones de ellos entre sí y con la unidad principal. — Medidas topográficas; unidades usuales. — Medidas agrarias; unidad usual y múltiplo y submúltiplo de la misma.

Medidas de volumen y de arqueo: unidades usuales y submúltiplos de éstas. — Relaciones de submúltiplos entre sí y con las unidades usuales.

Medidas de capacidad: múltiplos y divisores de la unidad usual y relaciones de ellos entre sí con la unidad usual y con la lineal.

Pesas: múltiplos y submúltiplos de la unidad usual; relaciones de las pesas entre sí y con las medidas.

Sistema monetario legal vigente: su relación con el sistema métrico decimal.

Sistema de medir y contar el tiempo.

Antiguos sistemas de pesas, medidas y monetarios de España. — Las más principales medidas, pesas y monedas de algunos países extranjeros, especialmente de Inglaterra (1).

*Transformaciones* de los números concretos en general, y simplificaciones en las reglas de transformación al aplicarlas á números métricos.

*Operaciones* con los números concretos, especialmente en el sistema métrico decimal.

#### 6.º Ejercicios relativos á la PROPORCIONALIDAD.

*Razones y proporciones.* — Razones; sus propiedades. — Equidi-

(1) Las relaciones entre las distintas unidades de estos sistemas y las equivalencias en nuestro sistema legal vigente, se dictarán por el Tribunal en el acto del examen cuando á tales cuestiones hayan de referirse los ejercicios.



ferencias y proporciones; propiedades de las mismas.—Medidas aritmética y geométrica; su comparación.

*Proporcionalidad de las magnitudes.*—Cantidades proporcionales.—Proporcionalidad directa é inversa, representación y modo de reconocerlas.—Magnitud proporcional á otras varias.

Reglas de tres, simple y compuesta.

7.º Cuestiones de ARITMETICA MERCANTIL.

*Interés simple.*—Cuestiones y fórmulas correspondientes.— Métodos abreviados de que se hace uso en la práctica (divisores fijos, multiplicadores fijos, por partes alicuotas.)

*Descuentos.*—Comercial y matemático á interés simple; reglas.—Comparación de los descuentos.—Vencimiento común ó promedio de pagos.

*Fondos públicos.*—Problemas sobre las rentas de las inversiones en fondos públicos.—Negociación y pignoración de fondos públicos.—Cuenta de crédito.

*Repartimientos proporcionales y regla de compañía.*—Prorrates.—Aplicaciones de los repartimientos proporcionales.—Regla de compañía; convenios; fórmulas.

*Regla de conjunta.*—Cadena de las equivalencias.—Aplicaciones: cambios, y permutas y reducciones.

*Regla de aligación.*—Problema directo é inverso de las mezclas y aleaciones.—Casos particulares.



## ÁLGEBRA

1.º Ejercicios correspondientes á las OPERACIONES FUNDAMENTALES DEL CALCULO ALGEBRICO.—Base teórica.

*Nociones preliminares del Algoritmo algébrico.*—Definiciones.—Notación algébrica.—Cualidad de la magnitud.—Expresión algébrica; denominaciones.—Valor numérico de una expresión algébrica.—Equivalencia.—Grado de una expresión.—Homogeneidad.—Reducción de términos semejantes.—Ordenación de polinomios.

*Adición y sustracción.*—Procedimiento operativo en cada una de ellas.—Consecuencias.

*Multipliación.*—Casos y reglas operativas correspondientes: Observaciones y consecuencias.

*División.*—Casos y reglas operativas.—Observaciones.—Condiciones para que una expresión entera sea divisible por otra de igual naturaleza.—División inexacta: observaciones.—Exponente cero y exponente negativo; interpretación de los mismos.

Caso particular de la división.—Cociente y resto de la división de un polinomio entero en  $x$  por un binomio de la forma  $x - a$ . Aplicaciones á  $(x^m \pm a^m) : (x \pm a)$ .

2.º Ejercicios referentes á las FRACCIONES ALGEBRICAS Y A LAS FRACCIONES CONTINUAS. Fundamento teórico.

*Fracciones algébricas.*—Definición y propiedades.—Simplificación de una expresión fraccionaria.—Reducción de fracciones al mismo denominador.—Operaciones fundamentales, con formas fraccionarias.

Teoremas relativos á los casos de varias fracciones iguales ó desiguales.

Formas simbólicas á que da lugar la fracción, cuando en ella uno ó los dos términos se convierten en cero ó en  $\infty$ .

*Fracciones continuas.*—Estudio del caso en que los numeradores de las fracciones integrantes son iguales á la unidad.—Definiciones.—Reducción de una fracción ordinaria, de una decimal exacta ó periódica, de un número inconmensurable y de cantidades algébricas á fracción continua.—Reducidas: su formación y sus propiedades.—Cálculo del valor de una fracción continua; error que se comete al tomar una reducida cualquiera por valor de la fracción continua total.



### Ejercicios relativos al ANÁLISIS COMBINATORIO.

*Coordinación matemática.* — Definiciones. — Clasificación de las coordinaciones. — Formación y número de las variaciones á que dan lugar sus elementos tomados  $n$  á  $n$ . — Formación y número de las permutaciones que pueden formarse con sus elementos. — Formación y número de las combinaciones del grado  $n$  que se pueden realizar con sus elementos. — Igualdad entre el número de combinaciones del grado  $n$  de  $m$  elementos y el de combinaciones de grado  $m-n$  de los  $m$  elementos. — Igualdad entre el número de combinaciones de  $m$  elementos tomados  $n$  á  $n$  y la suma de las combinaciones de grados  $n$  y  $n-1$  de  $m-1$  elementos.

*Determinantes.* — Inversiones y sucesiones. — Teorema fundamental. — Consecuencias. — Mutación circular.

*Matrices:* nomenclatura y principales notaciones. — Definición y formación de la determinante. — Principales transformaciones de las matrices. — Determinantes menores: definición y propiedades. — Desarrollo de una determinante en suma de productos de menores. — Consecuencias. — Transformaciones aplicables al cálculo de las determinantes. — Operaciones con las determinantes bajo su forma matriz.

### 4.º Ejercicios relativos á POTENCIAS Y RAICES DE LAS EXPRESIONES ALGEBRICAS.

Potencias y raíces en general de los monomios. — Fórmula de Newton para las potencias enteras y positivas de un binomio. — Observaciones. — Fórmula de la potencia de grado entero y positivo de un polinomio. — Raíces de índice entero y positivo de los polinomios.

Variación de las potencias y raíces de grado entero y positivo de una cantidad positiva mayor ó menor que la unidad.

*Cantidades radicales.* — Determinación aritmética de un radical. — Valores algebraicos. — Transformación de radicales y operaciones con los mismos, en el supuesto de que no representan otro valor que el aritmético. — Cálculo de los radicales considerándolos con todos sus valores; justificación de las reglas.

### 5.º Cálculo con EXPRESIONES IMAGINARIAS.

Origen alométrico de las expresiones imaginarias. — Significación de las expresiones  $\sqrt{-1}$  y  $a\sqrt{-1}$ . — Binomio imaginario. — Clasificación de las expresiones imaginarias. — Operaciones con imaginarias. — Teoremas relativos á los módulos.

### 6.º Ejercicios que supongan operar con CANTIDADES AFECTADAS DE EXPONENTES O INDICES FRACCIONARIOS Y NEGATIVOS.

Extensión de las reglas operativas de las potencias de exponente entero y positivas á las potencias de exponente fraccionario posi-



tivo, exponente inconmensurable mayor que cero, siendo la base positiva, y exponente negativo cualquiera.

Radicales de índice fraccionario y radicales de índice negativo; operaciones con los mismos.

Variación de las potencias de exponente fraccionario y positivo de una cantidad positiva.

## 7.º Ejercicios correspondientes á las ECUACIONES É INECUACIONES DE PRIMER GRADO.

*Preliminares.*—Definiciones de identidad, ecuación y sistema de ecuaciones; raíz ó solución de una ecuación y solución de un sistema.—Concepto de equivalencia de dos ecuaciones y de equivalencia de dos sistemas.

Proposiciones fundamentales para la transformación de ecuaciones aisladas.—Consecuencias.—Forma general de una ecuación. Clasificación de las ecuaciones.

Proposiciones fundamentales para las transformaciones que, ya aisladamente en una de las ecuaciones, ya de combinación en estas, puede experimentar un sistema.—Consecuencias.

*Ecuación de primer grado con una incógnita.*—Resolución.—Discusión de la fórmula.

*Sistemas de ecuaciones de primer grado.*—Eliminación elemental; su objeto y sus métodos de sustitución, igualación, reducción y de los factores indeterminados.

Resolución de los sistemas determinados con dos incógnitas: Fórmulas generales á que conducen las aplicaciones de los métodos de eliminación y discusión de estas fórmulas.

Sistemas generales determinados: Regla general para la resolución de los mismos y artificios de cálculo en algunos casos especiales.

Sistemas más que determinados: Condiciones que deben cumplir los coeficientes para que las ecuaciones sean compatibles.

Forma indeterminada de los sistemas.—Indicaciones generales respecto á la práctica de la deducción del posible número de incógnitas en función de las demás del sistema é indicaciones respecto á la simplificación de los cálculos cuando se trata de obtener una sola solución.

Observaciones generales respecto á la incompatibilidad é indeterminación posible en las distintas formas de los sistemas.

Aplicación de las determinantes á la resolución de un sistema de ecuaciones lineales.—1.º, sistemas determinados de ecuaciones no homogéneas: Procedimiento resolutivo y discusión de las fórmulas que se obtienen; 2.º, sistemas determinados de ecuaciones homogéneas: Condición para que un sistema de esta naturaleza tenga solución distinta de valores iguales á cero y observaciones respecto á las soluciones no cero; 3.º, sistemas más que determinados: Resultante.



*Interpretación de los valores de las incógnitas en la resolución de los problemas.*—Caracteres de esta interpretación.

Problemas diversos.

*Inecuaciones.*—Principios fundamentales relativos á las desigualdades.—Inecuaciones de primer grado con una incógnita; límites de  $x$  y observaciones respecto á los mismos.—Inecuaciones de primer grado con varias incógnitas; circunstancias que pueden ofrecerse en la resolución de los sistemas.

*Análisis de los sistemas indeterminados de primer grado.*—Su objeto.—Resolución en números enteros de la ecuación de primer grado con dos incógnitas: Procedimientos que pueden seguirse para encontrar una primera solución entera (sustituciones sucesivas por fracciones continuas y método general).—Resolución en números enteros y positivos.

Soluciones enteras de los sistemas generales de  $m$  ecuaciones con  $m + 1$ , incógnitas, de una ecuación que contenga más de dos incógnitas y de un sistema cualquiera más que indeterminado.

8.º Ejercicios correspondientes á las ECUACIONES DE SEGUNDO GRADO.

*Ecuación general de segundo grado con una incógnita.*—Obtención de la fórmula que resuelve la ecuación completa y transformaciones de esta fórmula.—Estudio de la fórmula general, con el fin de establecer las relaciones entre los coeficientes y las raíces y con el de deducir las reglas que permiten conocer, *á priori*, la naturaleza de las raíces y el signo de las mismas.—Resolución de las ecuaciones incompletas y consiguiente discusión de la fórmula general obtenida para las ecuaciones completas.—Caso en que es muy pequeño el coeficiente del término de segundo grado; inconvenientes que presenta la fórmula general; cálculo de la menor raíz para aproximaciones sucesivas.

*Propiedades del trinomio de segundo grado.*—Descomposición en factores.—Variaciones de signo que experimenta el trinomio cuando  $x$  varía de  $-\infty$  á  $+\infty$ .

*Ecuaciones reductibles al segundo grado.*—Ecuaciones bicuadradas; su resolución y discusión de la fórmula.—Transformación de las expresiones de la forma  $\sqrt{A + \sqrt{B}}$ .

Ecuaciones trinómicas que pueden referirse á las de segundo grado; determinación de las raíces reales.

*Sistemas de ecuaciones.*—Sistemas de segundo grado, determinados, con dos incógnitas; resolución de aquellos en que la eliminación conduce á una ecuación de segundo grado ó bicuadrada.

Artificios de cálculo que, basados en encontrar la suma y el producto de las dos incógnitas, son corrientemente empleados en la resolución de especiales sistemas determinados con dos incógnitas.



*Interpretación de los valores de las incógnitas en los problemas que conducen a ecuaciones de segundo grado.—Problemas.*

9.º Ejercicios que se refieran a las PROGRESIONES Y A LAS SERIES (PRIMERAS NOCIONES).

Progresiones por diferencia.—Definiciones.—Proposiciones relativas a la expresión del término que ocupa el lugar enésimo, a la suma de dos términos equidistantes de los extremos y al crecimiento de los términos de una progresión creciente é indefinida.—Suma de los términos de una progresión limitada.

Interpolación diferencial.

Progresiones por cociente.—Definiciones.—Teoremas relativos a la expresión del término que ocupa el lugar enésimo, al producto de dos términos, equidistantes de los extremos, y al crecimiento ó decrecimiento de los términos de una progresión creciente ó decreciente, indefinida.—Producto y suma de los términos de una progresión limitada.—Suma de los términos de una progresión geométrica decreciente indefinida.—Interpolación proporcional.

Series (primeras nociones).—Definiciones y clasificación.—Teorema que establece la condición necesaria para que una serie sea convergente; consecuencias que inmediatamente se deducen.—Series de términos positivos: reglas sobre la convergencia de estas series.—Series cuyos términos están afectados de signos cualesquiera, y su caso especial de series alternadas; estudio de la convergencia.—Cálculo del valor de una serie; indicaciones generales.

Número  $e$ : demostración de su inconmensurabilidad.—Cálculo de  $e$ .

Límite de  $\left(1 + \frac{1}{m}\right)^m$  cuando  $m$  crece ilimitadamente en valor absoluto.

10. Ejercicios de LOGARITMOS Y SUS APLICACIONES.

*Logaritmos (según la definición neperiana).*—Definición restringida a los términos de las progresiones propuestas y generalización de la misma, justificando la extensión que ella adquiere.—Propiedades fundamentales de los logaritmos.

Proposición relativa a la diferencia de los logaritmos de dos números en dependencia de la magnitud de éstos y de la diferencia de los mismos.—Proposición referente a la proporcionalidad aproximada entre las diferencias de los números y las de sus logaritmos.

Sistema de logaritmos.—Base del sistema.—Observaciones de carácter general en los sistemas de base mayor que la unidad.—Logaritmos decimales: definición.—Propiedades particulares de este sistema: logaritmo de una potencia cualquiera de 10; números conmensurables cuyos logaritmos son también conmensurables; ca-



raeterística del logaritmo de un número mayor que la unidad; inalterabilidad de la mantisa, multiplicando ó dividiendo el número por una potencia de 10; característica del logaritmo de un número menor que la unidad; transformación de un logaritmo todo negativo en otro de característica negativa y mantisa positiva, y transformación contraria.

Tablas de logaritmos decimales: descripción de las de Schron ó Callet. — Uso de las tablas de logaritmos; resolución de los problemas á que elementalmente conduce el uso de las tablas.

Cálculo logarítmico.

*Concepto exponencial de los logaritmos.* — Definición de la función exponencial. — Variaciones de la función exponencial. — Variaciones de la función exponencial, de base positiva mayor ó menor que la unidad; continuidad de la función.

Definición de los logaritmos por la función exponencial; concordancia entre esta definición y la neperiana. — Propiedades de la función logarítmica. — Logaritmos neperianos. — Base de este sistema. Cambio de base y módulo de un sistema de logaritmos.

Aplicación de los logaritmos: á la resolución de las ecuaciones exponenciales de forma elemental.

Interés compuesto. — Anualidades. — Probabilidades y rentas vitalicias.

## 11. Ejercicios correspondientes al empleo de la REGLA DE CÁLCULO.

Teoría, descripción y uso de la Regla.



## GEOMETRÍA

### Geometría plana.

1.º Problemas sobre LINEA RECTA Y ÁNGULOS.—Fundamento teórico.

*Preliminares de la Geometría.*—Volumen, superficie, línea, punto.—Figuras.—Clasificación de las líneas y de las superficies.

*Línea recta:* Sus propiedades.

*Ángulos:* Definición.—Igualdad y suma de ángulos.—Magnitud de un ángulo.—Recta perpendicular á otra.—Propiedades de los ángulos.—Perpendicular por un punto tomado fuera de una recta.

*Triángulos:* Definiciones.—Primeras propiedades de los triángulos.—Casos generales de igualdad.—Propiedades del triángulo isósceles.

*Perpendiculares y oblicuas:* Perpendicular y oblicuas trazadas á una recta desde un punto exterior á ésta; su comparación.—Lugar geométrico de los puntos equidistantes de dos dados.—Casos de igualdad de triángulos rectángulos.—Lugar geométrico de los puntos equidistantes de los lados de un ángulo.

*Paralelas.*—Definición y primeras propiedades.—Propiedades de los ángulos formados por dos paralelas y una secante.—Observación.—Partes de paralelas comprendidas entre paralelas.—Consecuencia.—Ángulos de lados paralelos ó perpendiculares.

*Polígonos en general.*—Sus elementos.—Denominaciones de los polígonos.—Propiedades de las líneas poligonales convexas. Suma de los ángulos internos de un triángulo.—Consecuencias. Suma de los ángulos internos de un polígono convexo.—Idem de los externos.—Igualdad de polígonos.

*Cuadriláteros.*—Su clasificación.—Propiedades del paralelogramo y condiciones para que un cuadrilátero sea paralelogramo. Propiedades del rectángulo rombo y cuadrado.—Igualdad de paralelogramos.

Como fundamento, también debe considerarse la resolución de ciertos problemas elementales; siendo éstos en línea recta y ángulos los relativos á la construcción de ángulos y triángulos y al trazado de paralelas y perpendiculares.



## 2.º Problemas relativos á la CIRCUNFERENCIA.

*Propiedades de la circunferencia.* — Definiciones y consecuencias que de ellas resultan inmediatamente. — Determinación de la circunferencia por puntos.

*Propiedades relativas de la recta y la circunferencia.* — Propiedades de los arcos, según las cuerdas que los subtienden. — Propiedades del diámetro perpendicular á una cuerda. — Consecuencias. Distancias de cuerdas al centro. — Tangente, sus propiedades. Normal y oblicuas; propiedades de las mismas. — Arcos interceptados sobre una circunferencia por dos paralelas.

*Posiciones relativas de dos circunferencias.* — Posiciones distintas. — Línea de centros, sus propiedades en circunferencia, secantes y tangentes. — Proposiciones á que dá lugar la comparación de la línea de centros con los radios de las circunferencias.

*Medida de ángulos.* — Medida de magnitudes en general. — Medida directa é indirecta. — Amplitud de un arco. — Divisiones de la circunferencia. — Transportador. — Proporcionalidad entre los ángulos en el centro y los arcos correspondientes. — Medida del ángulo en el centro. — Valor gradual de un ángulo. — Reducción á la medida que supone tome el ángulo recto por unidad. — Ángulos en el círculo; medida de estos ángulos cualquiera que sea la posición del vértice respecto á la circunferencia. — Lugar geométrico de los puntos desde los cuales se ve una recta bajo un mismo ángulo. — Propiedad de los ángulos opuestos en el cuadrilátero inscripto convexo.

Problemas fundamentales; trazado de tangentes; trazado de circunferencias inscripta y ex inscriptas en el triángulo; construcción del segmento capaz de un ángulo dado.

## 3.º Problemas relativos á la PROPORCIONALIDAD Y SEMEJANZA.

Razón de segmentos é igualdad de razones de segmentos. — Variabilidad de la relación de distancias entre un punto que recorre una recta y otros dos fijos sobre la misma. — Proporción armónica.

*Segmentos proporcionales.* — 1.º, entre paralelas que cortan á dos rectas y, como consecuencia, en dos lados de un triángulo cortado por una paralela al tercero; 2.º, relación de los segmentos determinados en un lado de un triángulo por la bisectriz interior ó exterior del ángulo opuesto. Lugar geométrico de los puntos cuyas distancias á dos fijos están en una relación dada; 3.º, propiedades á que dan lugar dos rectas antiparalelas con relación á un ángulo. Propiedad del producto de los segmentos, determinados por una circunferencia, sobre cada uno de los secantes que parten del mismo punto. Consecuencias.

*Semejanzas de polígonos.* — Polígonos semejantes, elementos homólogos, relación de semejanza. Semejanza de un triángulo con



el que determina toda paralela á uno de sus lados. Casos de semejanza de triángulos. Puntos de concurso de las medianas de un triángulo. Semejanza de polígonos, condición general y otros modos de reconocer la semejanza. Relación de dos rectas homólogas y de los perímetros de dos polígonos semejantes. Proporcionalidad entre los segmentos interceptados sobre dos paralelas por rectas concurrentes.

*Propiedades y relaciones métricas* entre diferentes partes de un triángulo.—Relaciones entre los lados de un triángulo rectángulo, la altura sobre la hipotenusa y los segmentos en estas consecuencias. Cuadrado del lado opuesto á un ángulo agudo ú obtuso en un triángulo cualquiera. Suma y diferencia de los cuadrados de dos lados de un triángulo. Suma de los cuadrados de los cuatro lados de un cuadrilátero. Consecuencia relativa al paralelógramo. Propiedades del cuadrilátero inscriptible.

Problemas fundamentales: División de una recta en partes proporcionales á rectas dadas; hallar la cuarta proporcional á tres segmentos dados; construcción de la media proporcional; trazado de la tangente común á dos circunferencias; construcción de un polígono semejante á otro dado; escalas; construir dos rectas cuya suma ó diferencia y cuyo producto se conozcan; dividir una recta en media y extrema razón; trazado de una circunferencia que pase por dos puntos dados y sea tangente á una recta dada ó á una circunferencia dada.

#### 4.º Problemas relativos á los POLIGONOS REGULARES y á la MEDIDA DE LA CIRCUNFERENCIA.

*Polígonos regulares convexos.* — Polígono y línea quebrada regulares. Posibilidad de inscribir una circunferencia en el perímetro de un polígono regular y de circunscribir otra al mismo perímetro. Semejanza de los polígonos regulares de igual número de lados.

*Polígonos regulares estrellados.* — Circunstancias que se presentan al unir entre sí, y de los varios modos posibles, los puntos que dividen á una circunferencia en partes iguales. Número de polígonos regulares convexos y extrellados de  $m$  lados.

*Cálculos de los elementos de los polígonos regulares.* — Problemas relativos al cuadrado, al exágono y triángulo, decágono y pentágono y pentedecágono regulares. Inscribir en una circunferencia un polígono regular de doble número de lados que otro inscripto, y calcular el lado de aquél en función del de éste. Cálculo del lado de un polígono regular circunscripto en función del lado del inscripto semejante. Cálculo del radio y apotema de un polígono regular, dados los mismos elementos, del *isoperímetro* de mitad de lados. Dados los perímetros de dos polígonos regulares semejantes, uno inscripto y otro circunscripto respecto á una misma circunfe-



rencia, calcular los perímetros de otros dos polígonos regulares semejantes, inscripto uno y circunscripto el otro á dicha circunferencia, teniendo estos polígonos doble número de lados que aquéllos.

*Medida de la circunferencia.*—Longitud de una línea curva: Definición y consideraciones que tienden á justificarla. Valor constante de la razón de una circunferencia á su diámetro. Longitud de la circunferencia.—Rectificación de la circunferencia.—Longitud de un arco.

Cálculo de  $\pi$  por el método de los perímetros y por el de los isoperímetros.

### 5.º Problemas referentes á las AREAS.

*Determinación de las áreas en las figuras rectilíneas.*—Definiciones y consideraciones previas.—Área del rectángulo como magnitud proporcional á las dimensiones del mismo.—Medida del área del rectángulo y del cuadrado.—Área del paralelogramo.—Fórmulas para el área del triángulo.—Área del trapecio.—Área de un polígono regular y de un sector poligonal regular.—Área de un polígono cualquiera.

*Determinación de las áreas en el círculo.*—Área del círculo, del sector circular y del segmento del círculo.—Área de la corona y de la parte del sector comprendido en la corona.—Corona excéntrica.

*Determinación de las áreas en las figuras mixtilíneas.*—Fórmulas de Simpson y Poncelet.

*Comparación de áreas.*—Razón de las áreas de dos paralelogramos ó de dos triángulos.—Razón de las áreas de dos triángulos que tienen dos ángulos (uno de cada triángulo) iguales ó suplementarios.—Propiedades de los cuadrados contruídos sobre los lados de un triángulo rectángulo.—Consecuencias.—Relación de las áreas de figuras semejantes, triángulos, polígonos, círculos, sectores, segmentos.—Figuras isoperimétricas.—Máximos, mínimos.—Problemas fundamentales: transformación de figuras; construcción de figuras equivalentes; construcción de figuras cuya extensión guarde relaciones determinadas con las otras; división de figuras.

## Geometría en el espacio.

### 6.º Problemas sobre RECTAS Y PLANOS.

*Plano.*—Propiedad que le define y representación del mismo.

*Posiciones relativas de rectas, de planos y de rectas y planos.*—Posiciones relativas de una recta y un plano.—Intersección y posiciones relativas de dos planos.—Condiciones necesarias y suficientes para determinar un plano.—Posiciones relativas de dos rectas.



Condiciones de paralelismo de dos rectas en el espacio; consecuencias.

*Rectas y planos paralelos.*—Posiciones relativas de dos rectas paralelas y un plano.—Intersección de dos planos paralelos á una misma recta y de dos planos que pasan por dos rectas paralelas.—Posiciones relativas del sistema de dos planos paralelos y de una recta á un plano.—Lugar geométrico de las paralelas á un plano, trazadas por un punto exterior á éste.—Ángulos que tienen sus lados respectivamente paralelos.—Definición del ángulo de dos rectas cuyas posiciones en el espacio y cuyos sentidos son dados.—Segmentos de rectas paralelas comprendidos entre una recta y un plano paralelos ó entre dos planos paralelos.—Sistema de dos rectas cortadas por tres planos paralelos.

*Rectas y planos perpendiculares.*—Recta perpendicular y recta oblicua á un plano.—Consecuencias que de la definición de perpendicular inmediatamente se deducen.—Condiciones suficientes para que una recta sea perpendicular á un plano.—Plano perpendicular á una recta por un punto dado.—Consecuencias.—Recta perpendicular á un plano por un punto dado.—Consecuencia.—Lugar geométrico de las perpendiculares á una recta, por un punto, y lugar geométrico de los puntos del espacio equidistante de los extremos de una recta. Propiedades de la perpendicular y oblicuas á un plano, trazadas por un punto exterior á éste.—Distancia de un punto á un plano; equidistancia de una recta y un plano paralelos y de dos planos paralelos.

*Proyecciones, ángulo de una recta y un plano y mínima distancia entre dos rectas.*—Proyección octogonal y oblicua de un punto sobre un plano y de una línea cualquiera sobre un plano.—Proyección de una línea recta sobre un plano.—Consecuencias.—Proyecciones de dos rectas perpendiculares entre sí y paralela una de ellas al plano de proyección.—Teorema de las tres perpendiculares.—Perpendicularidad entre la proyección de una recta perpendicular á un plano y la traza de éste sobre el de proyección.—Ángulo de una recta con un plano.—Mínima distancia entre dos rectas.

Problemas fundamentales: relativos á los trazados de rectas y planos perpendiculares, y de paralelos en casos de posibilidad y determinación; medios para obtener la mínima distancia entre dos rectas.

7.º Cuestiones referentes á la COMBINACION DE PLANOS.—

*Ángulo diedro.*—Definiciones.—Igualdad y suma de diedros.—Magnitud de un diedro.—Plano perpendicular á otro. Propiedades de los diedros.—Medida de los diedros. Proporcionalidad de los diedros á los ángulos planos correspondientes y propiedades que de tal proporcionalidad se deducen. Línea de máxima pendiente de un plano.

*Planos perpendiculares.*—Propiedad relativa á un diedro recto



y la perpendicular trazada en una de las caras á la arista del diedro. Propiedad del plano que contiene ó que es paralelo á una recta perpendicular á otro plano. Consecuencia. Propiedad de la intersección de dos planos perpendiculares á un tercero.—Consecuencias.

*Ángulos poliedros.*—Definiciones, nomenclatura y clasificación. Ángulos poliedros simétricos; observaciones respecto á los mismos.—Propiedades generales de los ángulos poliedros convexos.—Condiciones para que se pueda formar un diedro con tres caras dadas.—Diedros suplementarios.—Casos de igualdad de diedros.—Igualdad de los ángulos poliedros.

#### 8.º Problemas relativos á las SUPERFICIES EN GENERAL.

*Preliminares.*—Generación y clasificación de las superficies.—Tangente y plano tangente á una superficie en un punto de la misma.—Normal y plano normal.—Propiedades generales de las superficies de revolución y de las regladas, especialmente en éstas las desarrollables.

*Superficie cilíndrica.*—Generación y definiciones.—Secciones producidas en la superficie cilíndrica por planos paralelos.—Plano tangente á la superficie cilíndrica.—Superficies cilíndricas tangentes.

*Superficie cónica.*—Generación y definiciones.—Secciones producidas en la superficie cónica por planos paralelos.—Sección anti-paralela con la disectriz en la superficie cónica que admita disectriz circular.—Plano tangente á la superficie cónica.—Superficies cónicas tangentes.

*Superficie esférica.*—Generación y definiciones.—Secciones planas en la superficie esférica. Consecuencias que establecen propiedades de los círculos máximos y menores, y de la superficie esférica. Polos y propiedades que á los mismos corresponden. Posiciones relativas de dos superficies esféricas.—Determinación de una superficie esférica por puntos.

Ángulos en la superficie esférica.—Medida del ángulo de dos círculos máximos: consecuencias.—Polígonos esféricos: definiciones.—Propiedades de los polígonos esféricos, obtenidas de la consideración de los ángulos poliedros correspondientes.—Extensión de ciertas propiedades de los triángulos rectilíneos á los esféricos.—Triángulos esféricos polares, sus propiedades.—Figuras esféricas polares, generalización de las propiedades de los triángulos polares.—Triángulos esféricos rectángulos, birrectángulos y trirectángulos; observaciones. Igualdad de triángulos esféricos. Mínima distancia entre dos puntos sobre la superficie esférica. Propiedades relativas á los arcos de círculo máximo, perpendicular y oblicuos á otro arco de círculo máximo, estando trazados aquéllos desde un mismo punto de la superficie esférica. Consecuencias. Propiedad



del arco de círculo máximo, tangente á una circunferencia de círculo menor. Propiedad del arco de círculo máximo que pasa por los puntos de intersección de dos circunferencias de círculo menor. Consecuencias.

Problemas fundamentales, correspondientes á la superficie esférica, trazado de arcos de círculo máximo que cumplan con condiciones impuestas; determinar el polo de un círculo menor, definido por tres puntos; construcción de triángulos esféricos; trazados de arcos de círculo máximo, tangentes á circunferencia de círculo menor.—Hallar el radio de una esfera sólida.

#### 9.º Cuestiones referentes á los CUERPOS SOLIDOS.

*Poliedros:* sus elementos y clasificación.

*Prismas:* su construcción, sus elementos y sus clases.—Propiedades del paralelepípedo.—Secciones del prisma por planos paralelos.—Sección recta.

*Pirámide.*—Definición, elementos y clasificación de las pirámides.—Tronco de pirámide.—Propiedades de los tetraedros.—Propiedades que se verifican al cortar una pirámide por un plano paralelo á la base.—Propiedad de las secciones causadas en pirámides de igual altura, por planos paralelos á las bases é igualmente distantes de los vértices.

*Poliedros en general.*—Teorema de Euler.—Poliedros convexos con caras de igual número de lados, y ángulos poliedros de igual número de aristas.—Suma de los ángulos de todas las caras de un poliedro convexo.

Poliedros regulares convexos; construcción de los mismos conociendo su arista.—El poliedro regular convexo es inscriptible y circunscriptible á una superficie esférica; demostración, consecuencias.

*Cuerpos redondos.*—Cono, cilindro y esfera; definiciones, elementos; clasificación en sus casos.—Troncos de cono y de cilindro; definiciones.—Segmento esférico, cuña esférica, sector esférico; definiciones.

#### 10. Cuestiones referentes á la COMPARACION DE LOS CUERPOS, POR SU MAGNITUD, FORMA Y POSICION.

*Igualdad.*—Igualdad de tetraedros, de pirámides, de prismas y de poliedros en general.—Igualdad de cilindros y de conos de revolución.—Determinación de un poliedro convexo (teorema de Legendre).

*Simetría.*—Simetría con respecto á un centro, á un eje ó á un plano.—Influencia de la posición del centro ó del plano de simetría.—Manera de reducir una á otra la simetría con relación á un centro, y la simetría con relación á un plano.—Propiedades relativas á dos rectas simétricas, ó á dos planos simétricos.—Pro-



iedades de los poliedros simétricos.—Equivalencia de dos poliedros simétricos.

*Semejanza.*—Definiciones.—Casos de semejanza de dos pirámides triangulares.—Semejanza de poliedros.—Relación de dos rectas homólogas en poliedros semejantes.

# 11. Cuestiones relativas á AREAS Y VOLUMENES.

## *Determinación de áreas.*

*Area de los poliedros.*—Area de la superficie lateral y área total de su prisma.—Area de la superficie lateral de una pirámide regular.—Area de la superficie lateral de un tronco de pirámide regular.—Areas totales de una pirámide regular y de un tronco de la misma.—Areas de los cinco poliedros regulares en función de la arista.—Superficie de un poliedro cualquiera.

*Areas de los cuerpos redondos.*—Cilindro de revolución, sus áreas, lateral y total.—Desarrollo de la superficie del cilindro de revolución.—Area lateral de un tronco de cilindro.—Cono de revolución; sus áreas, lateral y total.—Desarrollo del área lateral del cono de revolución.—Areas lateral y total del tronco de cono de revolución de bases paralelas.—Area engendrada por la rotación de una recta alrededor de un eje, situado con la recta en un mismo plano.—Area engendrada por una línea quebrada regular, que gira alrededor de un diámetro que no la corte.—Areas de una zona esférica, de un casquete esférico y de la superficie esférica.—Equivalencia de triángulos esféricos simétricos.—Consecuencias.—Areas de un huso y de un triángulo esférico.—Area de un polígono esférico.

*Determinación de volúmenes.*—Poliedros, teoremas relativos á la transformación del prisma oblicuo en recto y á la descomposición del paralelepípedo por un plano diagonal.—Volumen del paralelepípedo rectángulo, como magnitud proporcional á las dimensiones del mismo.—Medida del volumen del paralelepípedo rectángulo.—Idem del cubo.—Volumen de un paralelepípedo cualquiera.—Idem de un prisma.

*Equivalencia de dos pirámides triangulares de bases equivalentes y de la misma altura.*—Volumen de una pirámide; volumen del tetraedro regular en función de la arista.—Volumen del tronco de pirámide de bases paralelas (primera y segunda especie).—Volumen del tronco de prisma triangular.—Aplicación al tronco del paralelepípedo.—Volumen del poliedro, que tiene por base dos polígonos cualquiera, situados en planos paralelos y por caras laterales, trapecios ó triángulos.—Método que, en general, puede seguirse para hallar el volumen de un poliedro cualquiera.

*Cuerpos redondos.*—Volumen del cilindro de revolución y volumen del tronco de cilindro de igual naturaleza.—Volúmenes del cono de revolución y del tronco de cono de bases paralelas (primera y segunda especie).



Volumen engendrado por un triángulo que gira alrededor de un eje, situado en su plano, y que pasa por uno de los vértices. — Volumen engendrado por un sector poligonal regular, que gira alrededor de un diámetro exterior á la superficie del sector. — Volúmenes del sector esférico y de la esfera. — Volumen engendrado por su segmento circular, que gira alrededor de su diámetro exterior á su superficie. — Volumen de un segmento esférico. — Volúmenes de la cuña y de la pirámide esférica.

*Volumen de cuerpos irregulares.* — Cubicación de maderas. — Capacidad de un tonel, fórmulas, aforo diagonal. — Volumen de los montones de piedra.

Fórmula de Simpson.

*Comparación de áreas y volúmenes.* — Relación de áreas de dos sólidos semejantes: 1.º, áreas de dos poliedros semejantes; 2.º, áreas laterales y totales de dos cilindros de revolución semejante y de dos conos de revolución semejantes y áreas laterales de dos troncos de estos últimos; 3.º, áreas de dos zonas, dos casquetes, dos husos, dos triángulos semejantes y de dos superficies esféricas.

Relación de volúmenes de dos sólidos semejantes: 1.º, volúmenes de dos poliedros semejantes; prismas, pirámides y poliedros en general; 2.º, volúmenes de dos cilindros de revolución semejantes, de dos conos de revolución semejantes y de dos troncos engendrados por trapecios semejantes; 3.º, volúmenes de dos sectores esféricos semejantes, de dos esferas y de dos cuñas semejantes.

12. Cuestiones relativas al APENDICE que á continuación se detalla.

Teoría.

*Los signos en Geometría.* — Convención y resultados de la misma.

*Transversales.* — Teoremas de Menclao y de leva. — Aplicación al exágono inscripto en una circunferencia (teorema de Pascal), y para determinar ciertas propiedades referentes á las bisectrices medianas y alturas de los triángulos.

*Relación anarmónica.* — De cuatro puntos, en línea recta, deducción de las diversas relaciones y determinación de todas ellas, en función de una de las mismas. — Puntos en el infinito y puntos coincidentes, consecuencia relativa á los valores posibles de la relación anarmónica. — Haz anarmónica; su relación anarmónica. — Igualdad de la relación anarmónica en haces que tienen una secante común y en los que tienen iguales ángulos. — Consecuencias.

*Proporción armónica.* — Definiciones. — Relación que existe entre la mitad del segmento dividido armónicamente por dos puntos y las distancias del punto medio de aquél á éstos. — Consecuencias. — Haces armónicos: Intersección de tres radios de un haz armónico con una paralela al otro radio. — Propiedad que se cumple en un haz armónico cuando dos radios conjugados son rectangulares.



*Polo y polar.* — 1.º, en el ángulo. — Polar de un punto, como lugar geométrico de conjugados armónicos del punto; 2.º, en la circunferencia. — Teorema fundamental. — Consecuencia. — Reciprocidad polar; 3.º, con relación á la esfera. — Polo y plano polar, definiciones y consecuencias.

*Figuras homotéticas.* — 1.º, en el plano: sistemas de puntos homotéticos; centro y relación de homotecia; posición relativa y relación de las rectas que unen puntos homólogos: consecuencias. Condición general para que dos sistemas sean homotéticos. Consecuencias. Centros y ejes de homotecia de tres figuras homotéticas, dos á dos, y en particular de tres circunferencias. Definición general de la semejanza; 2.º, en el espacio. — Extensión de las definiciones y de las propiedades primeras de las figuras homotéticas en el plano, á las figuras en el espacio. — Centro y planos de homotecia de cuatro sistemas homotéticos, dos á dos; casos de cuatro esferas.

Semejanza de dos figuras del espacio.

*Figuras inversas.* — Definiciones. — Inversa de una circunferencia cuando esté y cuando no se halle el centro de inversión sobre la curva.

*Ejes radicales.* — Potencia de un punto con relación á una circunferencia. — Eje radical de dos circunferencias; sus propiedades. — Centro radical del sistema de tres circunferencias. Puntos antihomólogos del sistema de dos circunferencias. — Plano radical de dos esferas. — Enunciados de las principales propiedades.

---



## TRIGONOMETRIA

1.º Ejercicios relativos á las LINEAS TRIGONOMETRICAS Y SUS PRIMERAS PROPIEDADES.

*Preliminares.*—Elementos que fijan la posición de un punto sobre una línea dada, en un plano ó en el espacio.—Elementos que fijan la posición de una recta en un plano dado.

Medida de ángulos: relación entre la medida circular de un arco ó un ángulo y su medida en grados.—Generación de arcos y ángulos.—Arcos ó ángulos positivos y negativos, complementarios y suplementarios.

*Líneas trigonométricas.*—Definición, nomenclatura y notación de las líneas trigonométricas.—Variación en la magnitud y signo de las mismas y representación geométrica de las leyes de variación.

Relaciones entre las líneas trigonométricas de ángulos iguales y de signos contrarios, y entre las de ángulos complementarios y suplementarios.—Reducción de un arco al primer cuadrante.

Ángulos que corresponden á una línea trigonométrica dada; fórmulas que los comprenden.

*Relaciones entre las líneas trigonométricas de un ángulo.*—Relaciones entre el seno y el coseno de un ángulo.—Relaciones entre la tangente y la cotangente de un ángulo con el seno y el coseno del mismo.—Relaciones entre la secante y la cosecante con el seno y el coseno del ángulo.

Determinación de cinco de las líneas trigonométricas de un ángulo, en función de la sexta.—Aplicaciones.

2.º Cuestiones en que intervengan FORMULAS RELATIVAS A LAS PROYECCIONES Y A LAS OPERACIONES ELEMENTALES CON LOS ANGULOS.

*Proyecciones.*—Proyección de un segmento rectilíneo sobre un eje.—Resultante de un contorno poligonal.—Suma algebraica de las proyecciones de los lados de una línea quebrada cualquiera sobre un eje.—Consecuencias.—Suma de los cuadrados de las proyecciones de una recta sobre tres ejes rectangulares, y consecuencia relativa á la suma de los cuadrados de los cosenos y de los ángulos que la recta forma con los ejes.—Coseno del ángulo de dos rectas.—Cuadrado de la diagonal de un paralelepípedo cualquiera.



Área de la proyección de una superficie plana cualquiera sobre un plano.—Suma de los cuadrados de las proyecciones de un área plana sobre tres planos dos á dos rectangulares.—Observación relativa á la posibilidad de reemplazar las relaciones entre áreas planas y sus proyecciones sobre planos, por relaciones lineales.

*Fórmulas relativas á las cuatro primeras operaciones con los ángulos.*— Líneas trigonométricas del ángulo suma ó diferencia de otros dos en función de las de estos ángulos.

Líneas trigonométricas de un ángulo duplo de otro en función de las de éste.—Dado el coseno ó el seno de un ángulo hallar el seno y coseno de su mitad.—Dada la tangente de un ángulo hallar la tangente del ángulo mitad.—Tangente de la mitad de un ángulo en función del seno y del coseno del arco completo.

### 3.º Cuestiones en que intervengan las PRINCIPALES FÓRMULAS DE TRANSFORMACION.

Fórmulas que preparan para el cálculo logarítmico, la suma ó diferencia de dos líneas trigonométricas del mismo nombre.—Diferencia entre los cuadrados de dos senos ó de dos cosenos.—Razones por cociente entre suma y diferencia de dos senos y de dos cosenos.—Reducción á monomio de toda expresión de la forma  $\varphi = a \pm b \pm c \dots$

### 4.º Ejercicios que se refieren á CANTIDADES IMAGINARIAS.

Forma trigonométrica de la compleja  $a \pm b \sqrt{-1}$ .—Representación gráfica.—Operaciones con imaginarias bajo su forma trigonométrica y gráficamente consideradas.

*Fórmula de Moivre.*—Aplicaciones de la misma á la determinación de líneas trigonométricas de ángulos múltiplos y submúltiplos de otro, y al desarrollo en serie de  $\sin x$   $\cos x$  y tangente  $\varphi$ .

*Resolución trigonométrica de ecuaciones binomias.*—Forma de la ecuación binomia algébrica; obtención de sus raíces.—Ecuaciones que pueden referirse á las binomias.

### 5.º Cuestiones referentes á las TABLAS TRIGONOMÉTRICAS.

*Construcción de tablas trigonométricas.*—Teoremas preliminares.—Cálculo del seno y del coseno de  $10''$ .—Fórmulas de Th. Simpson.—Determinación directa de las líneas trigonométricas de algunos ángulos, con el objeto de verificar los resultados obtenidos al emplear las fórmulas generales.

*Disposición y manejo de las tablas.*—Disposición de las tablas logarítmico-trigonométricas, sexagesimales de Schrön ó de Callet. Determinación de logaritmos y cologaritmos trigonométricos.—Determinación de antilogaritmos trigonométricos.—Graduación cente-



simal. — Paso de la graduación sexagesimal á la centesimal é inversamente; tablas que facilitan las reducciones. — Tablas centesimales incluidas en la de Callet.

*Regla de cálculo:* Empleo de la misma.

6.º Ejercicios relativos á la RESOLUCIÓN DE TRIÁNGULOS RECTILÍNEOS.

*Fórmulas fundamentales.* — Relaciones entre los lados y los senos de los ángulos opuestos. — Relaciones entre los tres lados y un ángulo. — Relaciones entre los tres lados y dos ángulos. — Fórmulas deducidas y preparadas para el cálculo logarítmico. — Especiales relaciones para los triángulos rectángulos. — Expresión del área de un triángulo rectilíneo cualquiera.

*Triángulos rectángulos.* — Resolución de un triángulo rectángulo y determinación de su área cuando se conocen: 1.º, la hipotenusa y un ángulo agudo; 2.º, la hipotenusa y un cateto; 3.º, un cateto y un ángulo agudo; 4.º, los dos catetos. — Fórmulas de verificación.

*Triángulos oblicuángulos.* — Resolución de un triángulo rectilíneo oblicuángulo y determinación de su área en los casos siguientes: 1.º, dado un lado y dos ángulos; 2.º, dados dos lados y el ángulo opuesto á uno de ellos; 3.º, dados dos lados y el ángulo comprendido; 4.º, dados los tres lados. — Fórmula de verificación.

*Resolución de triángulos en algunos casos especiales.* — Resolución de un triángulo rectángulo, conociendo: 1.º, un ángulo agudo y la suma ó la diferencia de los catetos; 2.º, la hipotenusa y la suma ó la diferencia de los catetos; 3.º, la hipotenusa y la altura sobre ella; 4.º, el perímetro y la altura. — Resolución de un triángulo oblicuángulo cuando se conocen: 1.º, un lado, la suma ó la diferencia de los otros dos y el ángulo opuesto al primero; 2.º, los ángulos y el perímetro; 3.º, la superficie y los ángulos; 4.º, un lado, un ángulo adyacente á este lado y la suma de los otros dos lados; 5.º, un ángulo y las sumas que se obtienen agregando el lado opuesto al ángulo dado, á cada uno de los otros dos lados.

7.º Ejercicios relativos á la RESOLUCIÓN DE LOS TRIÁNGULOS ESFÉRICOS.

*Fórmulas fundamentales.* — Relaciones entre los tres lados y un ángulo. — Relaciones entre los lados y los ángulos opuestos. — Relaciones entre cinco elementos. — Relaciones entre dos lados, el ángulo comprendido y el opuesto á uno de ellos. — Relaciones entre los tres ángulos y un lado. — Triángulo suplementario. — Fórmulas relativas á los triángulos rectángulos. — Fórmulas relativas á los triángulos rectiláteros. — Fórmulas generales deducidas y preparadas para el cálculo logarítmico. — Exceso esférico. — Fórmulas de Delambre y de Neper.

*Triángulos rectángulos.* — Resolución de un triángulo esférico



rectángulo cuando se conocen: 1.º, la hipotenusa y un cateto; 2.º, los catetos; 3.º, la hipotenusa y un ángulo oblicuo; 4.º, un cateto y un ángulo opuesto; 5.º, un cateto y el ángulo adyacente; 6.º, los dos ángulos oblicuos.

*Triángulos oblicuángulos.*—Resolución de un triángulo esférico oblicuángulo, cuando se dan: 1.º, los tres lados ó los tres ángulos; 2.º, dos lados y el ángulo comprendido ó dos ángulos y el lado adyacente; 3.º, dos lados y el ángulo opuesto á uno de ellos ó dos ángulos y el lado opuesto á uno de ellos.

*Fórmulas* relativas al área de un triángulo esférico.

*Resolución en casos especiales.*—Teorema de Legendre.—Procedimiento de resolución basado en este teorema.



## CUESTIONARIO DE FISICA

### MECÁNICA

#### **Nociones preliminares y propiedades generales de los cuerpos.**

*Definiciones generales.*—Ciencias cosmológicas.—Cuerpo, materia, fenómenos.—Definición de la Física y sus diferencias con la Química.—Métodos de investigación en Física.—Errores de observación y de experimentación: Modos de corregirlos.—Interpretación de los resultados de la observación y de la experiencia.—Trazado de gráficos.—Leyes, Teorías e hipótesis físicas.

*Nociones preliminares.*—Agentes físicos.—Principios fundamentales de la Física.—Sistemas de medidas empleados en Física.—Unidades secundarias y derivadas del sistema cegesimal. Ecuaciones de dimensiones de las unidades derivadas.

*Estados físicos y propiedades generales de la materia.*—Estados físicos de la materia.—Propiedades generales de la materia.—Extensión.—Medida de longitudes.—Reglas graduadas.—Nonius ó Vernier.—Tornillo micrométrico.—Catetómetro.—Máquina de dividir.—Impenetrabilidad.—Inercia.—Atracción: gravitación universal.—Divisibilidad.—Idea acerca de la constitución de la materia: átomos, moléculas y partículas.—Porosidad.—Compresibilidad.—Elasticidad.

#### **Nociones de mecánica.**

*Teoría elemental de vectores.*—Definición de los vectores.—Momento de un vector con relación á un punto.—Suma de vectores. Suma de vectores concurrentes.—Momento de la suma de vectores concurrentes.—Resultante de vectores aplicados á distintos puntos.—Sistemas equivalentes.—Vectores paralelos.

*Cinemática.*—Definición y división de la mecánica.—Cinemática.—Movimientos.—Movimiento rectilíneo uniforme.—Movimiento variado rectilíneo.—Movimiento rectilíneo uniformemente variado.—Leyes del movimiento rectilíneo uniformemente acelerado.—Movimiento curvilíneo.—Movimiento circular uniforme.—Movimiento de rotación uniforme.

*Composición de movimientos.*—Movimientos absoluto y relativo. Composición y descomposición de movimientos.—Composición de movimientos rectilíneos y uniformes.—Composición de dos movi-



mientos rectilíneos, uno uniforme y otro uniformemente variado. — Movimiento parabólico. — Composición de dos movimientos rectilíneos y uniformemente variados.

*Estática.* — Definición de la estática. — Fuerzas: su representación. — Efectos que producen las fuerzas: equilibrio y movimiento. Medida estática de las fuerzas: dinamómetros. — Principios fundamentales de estática. — Composición y descomposición de fuerzas. Componentes y resultante. — Composición de fuerzas en la misma dirección. — Composición de fuerzas concurrentes. — Momento de una fuerza con relación a un punto. — Teorema de los momentos ó de Varignon. — Descomposición de una fuerza en dos ó más concurrentes. — Condiciones de equilibrio de un sistema de fuerzas concurrentes. — Composición de fuerzas paralelas. — Momento de un sistema de fuerzas paralelas con relación a un punto. — Par de fuerzas. — Su momento. — Equivalencia y composición de pares. — Descomposición de fuerzas paralelas. — Condiciones de equilibrio de un sistema de fuerzas paralelas. — Condiciones de equilibrio de las fuerzas aplicadas a un cuerpo.

*Dinámica.* — Definición de la dinámica y postulados fundamentales. — Movimientos producidos por la fuerza. — Relación entre fuerzas y aceleraciones: definición mecánica de masa. — Cantidad de movimiento: impulsión. — Movimiento circular uniforme. — Fuerzas centrales. — Trabajo mecánico. — Noción de potencial. — Fuerza viva y potencia viva. — Relación entre el trabajo y la fuerza viva. — Transformación del trabajo en fuerza viva y viceversa. — Energía: su clasificación. — Unidades mecánicas en el sistema cegesimal.

*Máquinas.* — Definición y división de las máquinas: sus elementos. — Transmisión del trabajo en las máquinas. — Trabajo motor y trabajo resistente: rendimiento. — Condición de equilibrio en las máquinas. — Principio de las velocidades virtuales. — Clasificación de las máquinas simples. — Palanca: sus clases y condición de equilibrio. — Polea: sus clases. — Torno: ley de equilibrio. — Plano inclinado, ley de equilibrio. — Tornillo: generación y ley de equilibrio. — Cuña: ley de equilibrio. — Máquinas compuestas. — Ruedas dentadas. — Tornillo sin fin.

*Resistencias pasivas.* — Resistencias pasivas. — Rigidez de las cuerdas. — Resistencia de los flúidos. — Rozamiento: sus clases. — Rozamiento de resbalamiento: sus causas y leyes á que obedece. — Rozamiento de rodadura. — Importancia de los rozamientos y medios de aumentarlos ó disminuirlos.

### Gravedad.

*Caída de los cuerpos.* — Gravedad: definición ó identidad con la atracción universal. — Pesantez. — Dirección de la gravedad: vertical y horizontal. — Movimiento producido por la pesantez: leyes de la



caída de los cuerpos. — Comprobación experimental de las leyes. — Aparato de Morin. — Máquina de Atwood. — Fórmulas referentes á la caída de los cuerpos. — Caída por planos inclinados y superficies curvas. — Movimiento de los proyectiles.

*Centro de gravedad y peso de los cuerpos.* — Definición del centro de gravedad. — Posición del centro de gravedad en los sólidos homogéneos y regulares. — Determinación experimental del centro de gravedad. — Equilibrio de los sólidos: sus clases. — Peso de los cuerpos: pesos absolutos, relativo y específico.

*Determinación de masas y pesos relativos.* — Medida de los pesos y de las masas. — Balanza ordinaria. — Balanza de precisión ó balanza sensible. — Cajas de pesas. — Diferentes modos de pesar. — Balanzas especiales. — Balanza Roberval. — Romana. — Báscula.

*Determinación de la intensidad de la gravedad.* — Medios de determinar la intensidad de la gravedad. — Péndulo. — Péndulo simple. — Fórmula y leyes del movimiento del péndulo. — Comprobación experimental de las leyes del péndulo. — Péndulo compuesto: sus relaciones con el simple. — Determinación del eje de oscilación y de la longitud del péndulo compuesto. — Determinación de la intensidad de la gravedad. — Variaciones de  $g$ : sus causas. — Aplicación del péndulo á la medida del tiempo. — Péndulo de segundos.

### Mecánica de flúidos.

*Hidrostática.* — Definición y división de la mecánica de flúidos: hidrostática ó hidrodinámica. — Caracteres físicos de los líquidos: su compresibilidad. — Condición de equilibrio de los líquidos no pesados. — Principios de Pascal ó de igualdad de presión. — Dirección de las presiones. — Presión media y presión de un punto. — Prensa hidráulica.

*Equilibrio de los líquidos pesados.* — Caracteres de los líquidos pesados. — Teorema fundamental de hidrostática. — Condiciones de equilibrio de uno ó varios líquidos en un mismo vaso. — Nivel de aire. — Corolario 2.º — Vasos comunicantes. — Aplicación de los vasos comunicantes. — Nivel de agua.

*Presiones que ejercen los líquidos en los vasos que los contienen.* — Presión de abajo á arriba: empuje hidrostático. — Presión sobre el fondo de los vasos. — Presión sobre las paredes de los vasos. — Vasos de reacción. — Presión total. — Paradoja hidrostática.

*Principios de Arquímedes.* — Presiones que ejercen los líquidos sobre los cuerpos sumergidos. — Principios de Arquímedes. — Equilibrio de los cuerpos sumergidos. — Flotación. — Ludió. — Equilibrio de los cuerpos flotantes metacentro. — Medida del volumen de cuerpos irregulares.

*Pesos específicos.* — Definiciones generales. — Métodos para de-



terminar las densidades relativas de sólidos y líquidos. — Método de la balanza hidrostática. — Método del frasco. — Casos particulares en la determinación de la densidad de los sólidos. — Métodos especiales para los líquidos. — Balanza de Morh. — Método de los vasos comunicantes.

*Areometría.* — Areómetros: definición y clasificación. — Areómetro de Nicholson. — Areómetro de Fahrenheit. — Areómetros de volumen variable. — Areómetros de Baume y Cartier. — Fórmulas areométricas. — Areómetro centesimal de Gay-Gusacc. — Volúmetros y densímetros. — Areómetros de peso y volumen variables: densímetro de Rousseau. — Densímetro de Paquet.

*Hidrodinámica.* — Objeto de la hidrodinámica. — Salida de un líquido por aberturas practicadas en pared delgada. — Teorema de Torricelli. — Salida constante de un líquido. — Constitución de la vena líquida. — Contracción. — Gasto de un orificio: sus clases. — Salida de los líquidos por tubos adicionales cortos. — Salida por tubos largos. — Presión ejercida por los líquidos en movimiento.

*Neumática.* — Neumática: definición y división. — Caracteres generales de los gases. — Peso de los gases. — Principios de hidrostática aplicables a los gases en equilibrio. — Atmósfera: composición, constitución y altura. — Presión atmosférica: experiencias que la comprueban. — Medida de la presión atmosférica: teoría del barómetro. — Construcción del barómetro de mercurio. — Valor de la presión atmosférica. — Diferentes clases de barómetros. — Barómetro normal de cubeta. — Barómetros de Fortin y Tonnelot. — Barómetro de sifón. — Barómetros metálicos. — Barógrafos. — Idea de las correcciones barométricas. — Variaciones de la presión atmosférica. — Medición de alturas por el barómetro ó hiprometría.

*Principios de Arquímedes aplicado á los gases.* — Generalización del principio de Arquímedes. — Comprobación experimental del principio de Arquímedes aplicado á los gases. — Peso real y peso aparente. — Corrección de las pesadas hechas en el aire. — Equilibrio de los cuerpos sumergidos en la atmósfera. — Globos aerostáticos. — Fuerza ascensional de un globo. — Idea de la navegación aérea. — Aplicaciones de los globos aerostáticos.

*Comprensibilidad y fuerza elástica de los gases.* — Ley de Boyle ó de Mariotte. — Consecuencias de la ley de Boyle-Mariotte. Experiencias hechas para comprobar la exactitud de la ley de Mariotte. — Resultados de las experiencias anteriores. — Aplicaciones de la ley de Boyle-Mariotte. — Reducción del volumen de un gas á la presión normal. — Manometría. — Definición y división de los manómetros. — Manómetros para presiones inferiores á la atmosférica. Manómetro de aire libre. — Manómetro de Desgoffe. — Manómetro de aire comprimido. — Manómetro de Bourdon.

*Máquinas neumáticas.* — Objeto y división de las máquinas neu-



máticas. — Máquina neumática de un cuerpo de bomba: manera de funcionar. — Límite del enrarecimiento obtenido con la máquina neumática. — Espacio perjudicial. — Cálculo de la presión del aire en la campana. — Ventajas de emplear dos cuerpos de bomba y modo de asociarlos. — Máquina neumática de Bianchi. — Máquina neumática barométrica ó de mercurio. — Trompas de agua. — Trompas de mercurio.

Máquinas de compresión. — Máquina contraneumática. — Cálculo de la presión en la máquina contraneumática. — Bomba de inyección de gases. — Bomba de Cailletet. — Aplicaciones de las máquinas neumáticas y de compresión. — Neumodinámicas: sus analogías con la hidrodinámica. — Salida de los gases: vena gaseosa y reacción de salida. — Velocidad de salida de los gases. — Salida de los gases por tubos adicionales: presión lateral. — Aparatos para producir corrientes gaseosas. — Salida constante de los gases: medios de obtenerlas.

*Aparatos fundados en las propiedades de líquidos y gases.* — Bombas: su objeto y clasificación. — Bomba aspirante: disposición y teoría. — Bomba impelente. — Bomba mixta. — Medios de obtener la salida continua en las bombas. — Esfuerzo empleado para mover el émbolo. — Trabajo desarrollado en su marcha. — Bipeta: disposición y teoría. — Fuente intermitente. — Sifón. — Teorías generales del Sifón. — Sifón intermitente. — Frasco de Mariotte.

### Física molecular.

*Propiedades particulares de los cuerpos.* — Definición y división de la física molecular. — Fuerzas moleculares. — Causa de los estados físicos de la materia. — Hipótesis dinámico-molecular. — Forma y estructura. — Cohesión. — Adhesión. — Afinidad.

*Elasticidad de los sólidos.* — Elasticidad de los sólidos: sus límites. — Elasticidad por presión y fracción. — Elasticidad por torsión. Elasticidad por flexión. — Aplicaciones de la elasticidad de los sólidos. — Tenacidad. — Resistencias relativas. — Causas que modifican la elasticidad y la tenacidad de los sólidos. — Temple y recocido.

Choque de los cuerpos. — Comunicación del movimiento. — Choque de los cuerpos. — Choque normal de los cuerpos no elásticos. — Choque normal de los cuerpos elásticos. — Choque oblicuo: sus leyes.

*Rozamiento interno.* — Fluidez. — Ductilidad. — Maleabilidad. — Rozamiento interior de los sólidos. — Rozamiento interior de los líquidos. — Viscosidad. — Rozamiento interior de los gases.

*Capilaridad.* — Fenómenos capilares. — Leyes á que obedecen los fenómenos capilares. — Comprobación de las leyes anteriores. — Causa de la curvatura de los meniscos. — Tensión superficial. — Causa



de la elevación ó depresión en los líquidos.—Constante capilar.  
Angulo de conjunción.—Fenómenos producidos en el contacto de  
dos líquidos.—Aplicaciones de la capilaridad.—Formación de gotas  
en orificios capilares.—Fenómenos que se presentan en los cuerpos  
flotantes y movimiento de los líquidos en tubos cónicos.

*Difusión.*—Difusión: casos que comprende.—Difusión de los  
sólidos en los sólidos.—Difusión de los sólidos en los líquidos.—  
Disolución.—Difusión de los sólidos en los gases.—Difusión de los  
líquidos en los líquidos.—Osmosis.—Cuerpos cristaloides y coloi-  
des.—Diálisis.—Presión osmótica.—Difusión de los líquidos en los  
gases.—Evaporación.—Difusión de los gases en los sólidos.—Oclu-  
sión.—Difusión de los gases en los líquidos.—Difusión mutua de  
los gases.



## ACÚSTICA

*Movimiento vibratorio.*—Movimiento vibratorio: definiciones.—Ecuaciones y representación gráfica del movimiento vibratorio.—Vibraciones longitudinales y transversales.—Propagación de las vibraciones en los medios isótropos.—Celeridad de los movimientos vibratorios.—Longitud de la onda.—Intensidad de las vibraciones: leyes á que obedece.—Reflexión del movimiento ondulatorio: sus leyes.—Refracción de los movimientos ondulatorios: sus leyes.—Composición de los movimientos vibratorios: interferencias.—Difracción y polarización de las ondulaciones.

*Tono de los sonidos.*—Definición de la Fonología.—Sonido y ruido.—Producción del sonido.—Cualidades de los sonidos.—Tono ó altura: sus clases.—Métodos para determinar el tono absoluto de los sonidos.—Método acústico.—Sirenas.—Método gráfico.—Vibrescopio.—Fonautógrafo.—Fonógrafo.—Métodos ópticos.

*Vibraciones de las cuerdas, varillas y placas.*—Vibraciones de las cuerdas: sus clases y modo de excitarlas.—Vibraciones transversales: sus leyes.—Comprobación de las leyes anteriores.—Sonómetro.—Nodos y vientres en las cuerdas.—Vibraciones longitudinales de las cuerdas.—Vibraciones de las varillas.—Vibraciones longitudinales.—Vibraciones transversales.—Diapasones.—Vibraciones de las placas y membranas.—Figuras nodales.

*Propagación é intensidad del sonido.*—Propagación del sonido. Necesidad de un medio ponderable y elástico.—Propagación en medios isótropos é indefinidos.—Reflexión del sonido.—Su comprobación.—Eco: condiciones de producción.—Resonancias.—Refracción del sonido.—Interferencias sonoras.—Pulsaciones.—Celeridad del sonido: métodos seguidos para medirla.—Método directo aplicado al aire y al agua: resultados obtenidos.—Método interferencial: su aplicación á gases distintos del aire.—Método de Kundt.—Velocidad del sonido en los sólidos.—Resultados.—Intensidad del sonido: sus leyes.—Intensidad del sonido en los tubos.—Tubos acústicos.—Circunstancias que modifican la intensidad del sonido.



## TERMOLOGIA

### Dilatación.

*Termometría.*—Definición de la Termología.—Hipótesis de las ondulaciones.—Efectos generales producidos por el calor.—Temperatura y medios de medirla.—Termometría.—Elección de la substancia termométrica.—Unidad de temperatura.—Construcción del termómetro de mercurio.—Determinación de los puntos fijos de la escala.—Diferentes escalas termométricas.—Conversión de unas escalas en otras.—Comprobación de termómetros.—Cambio de posición del cero.—Sensibilidad de los termómetros.—Termómetros de sólidos.—Termómetros especiales para bajas temperaturas.—Termómetros de máxima.—Termómetros de mínima.—Termómetros de máxima y mínima simultáneas.—Termómetro clínico.—Termógrafo.—Termoscopios diferenciales.—Pirómetros.

*Dilatación de los sólidos.*—Definiciones generales.—Coeficiente de dilatación.—Fórmulas generales de la dilatación.—Dilatación lineal, superficial y cúbica de los sólidos isótropos.—Coeficientes de dilatación lineal, superficial y cúbica.—Determinación del coeficiente lineal de los sólidos.—Método de Lavoisier y Laplace.—Método de Roy y Ramsden.—Método del comparador.—Método de Fizeau.—Consecuencias deducidas del estudio de la dilatación de los sólidos isótropos.—Dilatación de los cuerpos anisótropos.

*Dilatación de los líquidos.*—Dilatación real y aparente.—Determinación de los coeficientes de dilatación aparente.—Dilatómetro ó termómetro de peso.—Dilatómetro de volumen.—Dilatación real del mercurio.—Método de Dulong y Petit.—Dilatación absoluta de un líquido cualquiera.—Consecuencias deducidas del estudio de la dilatación de los líquidos.—Anomalías de la dilatación del agua.—Temperatura de su máxima densidad.

*Dilatación de los gases.*—Dilatación de los gases; sus clases.—Determinación del coeficiente de dilatación á presión constante.—Determinación del coeficiente de dilatación á volumen constante.—Leyes de la dilatación de los gases.—Ecuación de los gases perfectos.—Relaciones entre la temperatura y la fuerza elástica de los gases.—Cero absoluto de temperatura.

*Aplicaciones de la dilatación.*—Acciones mecánicas producidas por la dilatación.—Compensación de los péndulos.—Convexión de



los líquidos. — Corrección de la altura barométrica. — Correcciones en las determinaciones de las densidades. — Termómetro de gases. Peso específico de los gases. — Determinación de la densidad de los gases. — Peso del litro de aire.

### Calorimetría.

*Definiciones y métodos calorimétricos generales.* — Conceptos fundamentales y definiciones generales. — Calor específico. — Caloría. — Principios fundamentales de calorimetría. — Capacidad calorífica. — Métodos calorimétricos. — Método de las mezclas: su fundamento. — Aparatos para el método de las mezclas. — Correcciones del método de las mezclas. — Calorímetros de Berthelot. — Método de la fusión del hielo. — Pozo de hielo. — Método del enfriamiento.

*Métodos calorimétricos especiales y calor específico de los gases.* — Métodos fundados en la variación de volumen. — Calorímetro de Fabre y Silberman. — Calorímetro de hielo de Bunsen. — Método de temperatura constante. — Calor específico de los gases: definiciones generales. — Determinación del calor específico de los gases a presión constante. — Calor específico de los gases a volumen constante. — Consecuencias deducidas del estudio de los calores específicos de sólidos y líquidos. — Ley de Dulong y Petit. — Leyes de Neumann y Waestyn. — Consecuencias del estudio de los calores específicos de los gases.

### Cambios de estado.

*Fusión y solidificación.* — Cambios de estado: su clasificación. Fusión: sus leyes. — Determinación del punto de fusión. — Calor de fusión. — Solidificación. — Medida del calor de fusión. — Cambio de volumen durante la fusión. — Influencia de la presión en el punto de fusión. — Subfusión. — Rehelo. — Disolución. — Saturación. — Cristalización. — Sobresaturación. — Mezclas frigoríficas.

*Evaporación en el vacío.* — Vaporación. — Evaporación en el vacío. — Vapores saturantes y no saturantes. — Variación de la tensión máxima de los vapores con la temperatura. — Principio de Wat ó de la pared fría. Determinación de la tensión máxima de los vapores. Experiencias de Gay-Lussac. — Método de Dalton. — Método Regnault aplicable a todas temperaturas. — Resultados de las experiencias anteriores. — Tensión de los vapores de líquidos diferentes del agua y de las disoluciones.

*Densidad de los vapores.* — Densidad de los vapores: definiciones. — Medida de la densidad de los vapores. — Método de Hofmann. Método de Dumas. — Método de los hermanos Meyer. — Densidad de los vapores saturantes.

*Evaporación en el seno de los gases.* — Evaporación en atmósfe-



ras limitadas. — Leyes de Daltón y su comprobación. — Fórmulas relativas á la mezcla de vapores y gases. — Evaporación espontánea. Circunstancias que modifican la evaporación espontánea. — Cambios térmicos producidos durante la evaporación. — Aplicaciones del descenso de temperatura producido por la evaporación.

*Higrometría.* — Higrometría: definiciones generales. — Determinación de la humedad del aire. — Higrómetros de absorción. — Higrómetro químico. — Higrómetro de cabello. — Higrómetros de condensación. — Higrómetros de evaporación. — Psicrómetro.

*Ebullición.* — Ebullición: fenómenos generales. — Leyes de la ebullición. — Consecuencias de las leyes anteriores. — Influencia de la naturaleza de las vasijas en la ebullición. — Influencia en la ebullición de los gases disueltos en los líquidos. — Teoría moderna de la ebullición. — Determinación del punto de ebullición. — Ebullición de las disoluciones y de las mezclas de líquidos. — Condensación de los vapores. — Medida del calor de vaporización. — Fenómenos de calefacción. — Estado esferoidal. — Leyes del estado esferoidal. — Explicación de los fenómenos de calefacción. — Aplicaciones de las leyes de la ebullición. — Hipsómetro. — Destilación. — Alambique de Sallerón.

*Liquefacción de los gases.* — Procedimientos clásicos para liquidar los gases. — Procedimientos por presión. — Procedimientos por enfriamiento. — Tubo de Faraday. — Gases permanentes. — Experiencias de Cagniard, de Latour y de Andrews. — Punto crítico. Condiciones para que un gas pueda liquidarse. — Liquefacción de los gases permanentes. — Experiencias de Pictet. — Experiencias de Cailletet. — Experiencias posteriores.

### Propagación del calor.

*Enfriamiento de los cuerpos.* — Propagación del calor: sus clases. — Radiación: condiciones en que se produce. — Leyes del enfriamiento. — Comprobación de la ley de Newton.

*Conductibilidad térmica.* — Conductibilidad calorífica. — Cuerpos buenos y malos conductores. — Teoría de Fourier. — Caso de un muro indefinido. — Comprobaciones experimentales. — Conductibilidad de las barras metálicas. — Ley de Lambert: su comprobación experimental. — Conductibilidad de los sólidos anisótropos. — Conductibilidad de los líquidos. — Conductibilidad de los gases. — Aplicaciones de la conductibilidad. — Propiedades de las telas metálicas.

### Termodinámica.

*Principio de la equivalencia.* — Definición de la termodinámica. Transformación del trabajo mecánico en calor. — Transformación del calor en trabajo mecánico. — Principio de la equivalencia entre



el calor y el trabajo. — Trabajo interno y trabajo externo. — Determinación del equivalente mecánico del calor. — Método de Joule. — Método de Hirn. — Valor del equivalente mecánico de la caloría.

*Transformaciones de los gases.* — Principio de Carnot. — Calor desprendido en las transformaciones de una masa gaseosa. — Representación del trabajo en los gases. — Transformaciones isotérmicas y adiabáticas. — Determinación de  $\frac{C}{c}$ . — Ciclos: su división. — Principio de Carnot.

*Máquinas térmicas.* — Concepto termodinámico y división de las máquinas térmicas. — Máquinas de vapor. — Generadores ó calderas. — Caja de distribución y cuerpo de bomba. — Organos de transmisión del movimiento. — Organos reguladores. — Clasificación de las máquinas de vapor. — Condensadores. — Locomotoras. — Motores de gases y de vapores combustibles.

### Electrología. — Electrostática.

*Fenómenos fundamentales.* — Definición y división de la Electrología. — Electricidad producida por el frote. — Cuerpos buenos y malos conductores. — Comunicación de la electricidad por contacto. — Distinción de las dos electricidades. — Producción simultánea de las dos electricidades. — Primeros fenómenos de influencia. — Hipótesis para explicar la naturaleza de la electricidad.

*Leyes de las fuerzas eléctricas.* — Leyes de Coulomb. — Comprobación de las leyes anteriores. — Balanza de Coulomb. — Expresión analítica de las leyes de Coulomb. — Masa ó carga eléctrica: su unidad. Campo electrostático. — Resultante de las fuerzas eléctricas en un punto del campo. — Línea de fuerza.

*Distribución y pérdida de la electricidad.* — Localización superficial de la electricidad. — Distribución en los conductores de diferentes formas. — Plano de prueba. — Densidad superficial. — Acción de un conductor cargado de electricidad en equilibrio. — Pantallas eléctricas. — Pérdidas de la electricidad.

*Potencial eléctrico.* — Noción experimental del potencial eléctrico. Analogías mecánicas y térmicas del potencial eléctrico. — Potencial de la tierra. — Trabajo de las fuerzas eléctricas. — Unidad de potencial. — Expresión del potencial en función de las masas. — Potencial de un conductor electrizado. — Superficies equipotenciales ó de nivel. — Expresión de la fuerza en función del potencial. — Capacidad eléctrica. — Energía eléctrica. — Unidades de capacidad y de energía eléctrica.

*Teoremas generales.* — Flujo de fuerza. — Tubos de fuerza. — Teorema de Gauss. — Elementos correspondientes. — Teoremas de Coulomb. — Presión electrostática. — Propiedad de las puntas.



*Inducción electrostática.* — Fenómenos fundamentales de inducción electrostática. — Teorema de Faraday. — Inducción en los dieléctricos. — Polarización. — Movimiento de los cuerpos electrizados. — Electoscopios. — Electrómetros. — Electrómetros de cuadrantes. — Electrómetro absoluto.

*Condensación electrostática.* — Condensadores electrostáticos: su objeto y elementos que los constituyen. — Condensador de Oepinus. — Botella de Leyden. — Descarga de los condensadores: carga residual. — Localización de la carga en los condensadores. — Electrosco-pio condensador. — Teoría de los condensadores. — Condensador esférico. — Capacidad y energía de un condensador. — Asociación de los condensadores. — Baterías. — Influencia de la naturaleza del dieléctico. — Poder inductor específico.

*Generadores electrostáticos.* — Definición y clasificación. — Máquina de Ramsden. — Electróforo. — Recargador de Lord Kelvin. — Máquina de Wimshurst. — Reversibilidad de los generadores electrostáticos de inducción. — Rendimiento y potencia de los generadores electrostáticos.

*Fenómenos producidos por la descarga electrostática.* — Descargas disruptiva, conductiva y convectiva. — Clasificación de los efectos de la descarga electrostática. — Efectos fisiológicos. — Efectos mecánicos. — Taladra-tarjetas y taladra-vidrios. — Efectos térmicos: fusión y volatilización de los metales. — Termómetro de Riess. — Pistolete de Volta. — Fenómenos luminosos. — Efectos químicos.

*Corriente eléctrica.* — Concepto de la corriente eléctrica. — Fuerza electromotriz. — Experiencia y teoría de Galvani. — Teoría del contacto de Volta. — Ley de los contactos sucesivos. — Teoría de Fabroni. — Leyes de la producción de electricidad en las acciones químicas. — Par voltaico y par electroquímico. — Pila de Volta. — Modificaciones de la pila de Volta. — Propiedades del cinc amalgamado. Debilitación de la corriente en las pilas de un líquido.

*Intensidad de las corrientes.* — Intensidad de la corriente eléctrica. — Ley de Ohm. — Representación gráfica de la ley de Ohm. — Resistencia de los conductores. — Unidad práctica de resistencia. — Corrientes derivadas. — Lemas de Kirchhoff. — Problema del shunt ó reductor. — Asociación de varios elementos de pila.

*Efectos térmicos de las corrientes.* — Energía de la corriente eléctrica. — Transformación de la energía eléctrica en calorífica. — Leyes de Joule. — Relación entre el calor desprendido en el interior de la pila y en el circuito interpolar. — Consecuencias de las leyes de Joule. — Fusión y volatilización de los alambres metálicos. — Aplicaciones de las leyes de Joule. — Fenómenos de Peltier y de Thomson.

*Termo-electricidad.* — Corrientes termo-eléctricas. — Experiencia de Seebeck. — Series termo-eléctricas. — Inversión de las corrientes.



Leyes de las corrientes termo-eléctricas. — Causas de las corrientes termo-eléctricas. — Representación gráfica de los fenómenos termo-eléctricos. — Poder termo-eléctrico. — Pilas termo-eléctricas. — Aplicación de las corrientes termo-eléctricas a la medida de las temperaturas.

*Electro-química.* — Electrolisis: experiencia fundamental. — Voltímetros, electrodos, iones. — Ley que determina la forma de descomposición electrolítica. — Reacciones secundarias. — Leyes de Faraday. — Definiciones prácticas del culombio y del amperio. — Trabajo gastado en la electrolisis. — Polarización de los electrodos. Conductibilidad de los electrólitos. — Transporte de los iones. — Disociación electrolítica. — Velocidad de los iones. — Fenómenos electro-capilares. — Electrómetros capilares.

*Pilas de corriente constante.* — Polarización de las pilas de un líquido. — Condiciones de una pila perfecta. — Clasificación de las pilas de corriente constante. — Pila de Daniell. — Pila de dieromato potásico. — Pila de Marié-Davy. — Pila de Bunsen. — Pila de Leclanché. — Pilas secundarias ó acumuladores: su fundamento. — Acumulador Planté. — Acumuladores del tipo Faure. — Capacidad y rendimiento de los acumuladores.

### Electro-magnetismo.

*Electro-dinámica.* — Definiciones generales. — Campo magnético de una corriente. — Acciones mutuas de las corrientes. — Aparatos de estudio. — Leyes de las corrientes indefinidas. — Leyes de las corrientes cerradas. — Acción de la tierra sobre la corriente. — Solenoides: sus propiedades.

*Magnetismo.* — Imanes naturales y artificiales. — Polos y línea neutra. — Puntos consecuentes. — Orientación de los imanes. — Aguja imantada. — Distinción de los polos. — Leyes de Coulomb y su comprobación. — Masa magnética: su unidad. — Campo magnético. — Potencial magnético. — Analogías entre los imanes y los solenoides. Espectros magnéticos. — Teoría de Ampere para explicar el magnetismo. — Eje magnético y momento de un imán. — Intensidad de imantación. — Experiencia de los imanes rotos. — Distribución de la fuerza en los imanes. — Constitución solenoidal y constitución laminar. — Hojas magnéticas.

*Inducción magnética.* — Imantación por influencia. — Inducción magnética. — Diferencias entre los cuerpos magnéticos y los imanes. — Fuerza coercitiva. — Influencia de la temperatura en las propiedades magnéticas. — Curvas de imantación. — Histeresis. — Coeficientes de imantación. — Generalidad de los fenómenos magnéticos. Cuerpos diamagnéticos.

*Magnetismo terrestre.* — Campo y par magnéticos terrestres. Dirección del campo terrestre: definiciones generales. — Descompo-



sición de la fuerza magnética terrestre. — Medida de la declinación magnética. — Medida de la inclinación magnética. — Medida de la componente horizontal del magnetismo terrestre. — Cartas magnéticas. — Variaciones de los elementos magnéticos terrestres.

*Métodos de imantación.* — Métodos generales de imantación. Imantación por el campo terrestre. — Imantación por los imanes permanentes. — Imantación por las corrientes. — Circunstancias que influyen en la imantación del acero. — Fuerza de los imanes. — Haces magnéticos. — Imanes Jamin. — Conservación de la fuerza en los imanes. — Armaduras. — Electro-imanes. — Fuerza máxima de un electro-imán. — Electro-imán de Ruhmkorff. — Electroimanes polarizados.

*Acciones electro-magnéticas.* — Rotación de los imanes por las corrientes. — Rotación de las corrientes por los imanes. — Acciones mutuas entre corrientes é imanes. — Experiencia de Ersted. — Regla de Ampere. — Agujas astáticas. — Multiplicador de Schweigger. Galvanómetro: su clasificación. — Galvanómetro de Rhumkorff. Galvanómetro de Barbouze. — Galvanómetro de Deprez d'Arsonval.

### Inducción.

*Corrientes de inducción.* — Corrientes inducidas. — Inducción vol-táica. — Auto-inducción. — Inducción magnética. — Inducción en los cuerpos en movimiento. — Corrientes de Foucault. — Inducción telúrica. — Inducción de orden superior. — Leyes de la inducción. — Teoría elemental de la inducción. — Sentido de la corriente inducida.

*Corrientes alternativas.* — Corrientes alternativas. — Intensidad eficaz. — Experiencias de Elihu Thompson. — Campo magnético giratorio. — Corrientes polifásicas. — Oscilaciones eléctricas. — Descarga continua y oscilante. — Experiencias de Lodge. — Experiencias de Hertz. — Osciladores. — Resonadores y radio-conductores. — Propiedades de las ondas eléctricas. — Velocidad de propagación de las ondas hertzianas. — Corrientes de gran frecuencia. — Experiencias de Tesla.

### Metrología eléctrica.

*Medida de la intensidad de las corrientes.* — Metrología eléctrica. — Unidades electrostáticas y electromagnéticas. — Relaciones entre los dos sistemas de unidades. — Medida de la intensidad de las corrientes. — Voltámetro de medida. — Brújula de tangentes. — Galvanómetro de Lor Kelvin. — Shunt de los galvanómetros. — Determinación de la constante de un galvanómetro. — Electrodinamómetro de Siemens. — Electrodinamómetro absoluto de Pellat. — Galvanómetros industriales. — Amperímetro.



*Medidas de resistencias.* — Ohmios tipos y cajas de resistencia. — Reostatos. — Diversos métodos de medidas. — Método de sustitución. — Puente de Wheatstone. — Su fundamento. — Puente de hilo. — Cajas montadas en puente. — Resistencia de los electrolitos. — Resistencia interior de las pilas y de los galvanómetros.

*Medidas de fuerzas electromotrices y de capacidades.* — Medidas de fuerzas electromotrices. — Pilas tipos. — Métodos electrostáticos. — Métodos galvanométricos. — Método de Du Bois Reymond. — Pila en circuito cerrado. — Voltímetro. — Contadores de energía eléctrica. — Medida de capacidades electrostáticas.

### Electrotecnia.

*Máquinas de inducción.* — Definición y división de las máquinas de inducción. — Fundamento de las máquinas magneto y dinamoeléctricas. — Anillo de Gramme. — Máquinas magneto y dinamoeléctricas de Gramme. — Inducido de tambor ó de Siemens. — Diferentes maneras de excitar el inductor en las máquinas dinamoeléctricas. — Leyes de las máquinas dinamoeléctricas. — Alternadores: su fundamento y clasificación. — Alternador monofásico de Gramme. — Alternadores polifásicos. — Motores electromagnéticos. — Transmisión de la energía eléctrica á distancia.

*Transformadores eléctricos.* — Fundamento de los transformadores eléctricos. — Transformadores industriales. — Carrete de Ruhmkorff. — Condensador del carrete de Ruhmkorff. — Interruptor de Foucault. — Interruptor de Margot. — Interruptores de motor. — Interruptores electrolíticos. — Descarga del carrete de Ruhmkorff.

*Alumbrado eléctrico.* — Diferentes sistemas de alumbrado eléctrico. — Lámparas de incandescencia sin combustión. — Lámpara Nernst. — Lámparas de incandescencia con combustión. — Arco voltaico: producción y propiedades. — Lámparas de arco voltaico. — Bujías eléctricas. — Bujía Jamín. — Reguladores: su objeto y clasificación. — Reguladores monofotos. — Reguladores polifotos derivados. Reguladores polifotos diferenciales. — Carbones de las lámparas de arco. — Distribución de las corrientes para el alumbrado. — Hornos eléctricos.

*Electroquímica.* — Aplicaciones de la electrolisis. — Galvanoplastia. — Sus clases y aparatos necesarios.

*Telegrafía eléctrica.* — Objeto de la telegrafía eléctrica. — Fundamento de la telegrafía con conductores. — Generadores de corriente. Líneas telegráficas. — Aparatos telegráficos: su clasificación. — Telégrafo de cuadrante. — Telégrafo de Morse. — Telégrafos impresores. — Pararrayos. — Renovadores de corriente. — Timbres eléctricos. Sistemas telegráficos de transmisión rápida. — Telegrafía sin conductores.



*Telefonía eléctrica.* — Telefonía eléctrica: su objeto y fundamento. — Teléfono de Bell. — Teléfono de Ader. — Micrófono-Microteléfono de Ader. — Fonógrafo electromagnético. Fotófono.

*Rayos catódicos y radioactividad.* — Rayos catódicos. — Propiedades fosforogénicas. — Dirección y velocidad de propagación. — Acciones mecánicas y caloríficas. — Electrización de los rayos catódicos. — Acción de los campos eléctricos y magnéticos sobre los rayos catódicos. — Rayos canales. — Rayos X ó de Rontgen. — Aparatos empleados en la producción de los rayos X. — Aplicaciones de los rayos X. — Fluoroscopia y radiografía. — Substancias radioactivas. — Nociones teóricas de los fenómenos anteriores.



## FOTOLOGÍA

### Catóptrica.

*Propagación de la luz.* — Definición y división de la fotología. — Naturaleza vibratoria de la luz. — Hipótesis de las ondulaciones del éter. Cuerpos luminosos y oscuros: diáfanos, translucientes y opacos. — Propagación rectilínea de la luz. — Rayo, haz y onda luminosa. — Teoría de las sombras. — Aplicaciones de la teoría de las sombras. — Imágenes producidas por pequeñas aberturas.

*Catóptrica. — Espejos planos.* — Reflexión de la luz. — Leyes de la reflexión de la luz. — Difusión de la luz. — Espejos: definiciones generales y división. — Focos é imágenes en los espejos planos. — Campo de un espejo. — Imágenes múltiples en los espejos de vidrio. — Variación de posición de las imágenes comparada con la del espejo. — Espejos angulares. — Aplicaciones de los espejos planos. — Kaleidoscopio.

*Espejos cóncavos.* — Espejos esféricos: definiciones generales. — Marcha de los rayos en los espejos cóncavos. Formación de los focos. — Foco de un punto situado fuera del eje principal. — Imágenes producidas por los espejos cóncavos. — Fórmula general de los espejos esféricos cóncavos. — Deducción elemental de la ecuación de los focos conjugados. — Discusión de la ecuación anterior. — Determinación analítica del tamaño de las imágenes. — Determinación experimental de focos é imágenes.

*Espejos esféricos convexos.* — Formación de los focos en los espejos convexos. — Imágenes producidas por los espejos convexos. — Fórmula de los espejos convexos. — Determinación experimental de la distancia focal principal. — Aberración de esfericidad en los espejos esféricos. — Espejos parabólicos. — Espejos cilíndricos y cónicos. Aplicaciones de los espejos curvos.

### Dióptrica.

*Refracción de la luz.* — Dióptrica; definiciones. — Leyes de la refracción sencilla. — Índice de refracción. — Angulo y límite y reflexión total. — Trazado geométrico del rayo refractado. — Foco de un punto visto por refracción. — Hechos que se explican por la refracción. — Refracción difusa.



*Prismas ópticos.* — Refracción de la luz á través de medios terminados por caras planas y paralelas. — Caso de dos láminas superpuestas. — Índice absoluto y relativo de refracción. — Prismas ópticos: definiciones y marcha de la luz á su través. — Fórmulas del prisma. — Circunstancias que dependen la desviación de un prisma. — Caso en que se produce la desviación mínima. — Condición de emergencias en los prismas. — Foco del prisma. — Aplicaciones de los prismas.

*Lentes esféricas delgadas.* — Lentes: definiciones generales. — Lentes esféricas convergentes y divergentes. — Lentes delgadas convergentes: estudio experimental de los focos. — Ecuaciones del poder convergente y de los focos conjugados. — Focos de un punto situado fuera del eje principal. — Imágenes producidas por las lentes delgadas convergentes. — Ecuación del aumento. — Lentes delgadas divergentes: marcha de los rayos y ecuaciones que las caracterizan. — Imágenes formadas por las lentes divergentes. — Convergencia de un sistema de lentes. — Determinación experimental de la convergencia de las lentes. — Focómetros. — Aberraciones en las lentes. — Aplicaciones de las lentes.

*Lentes gruesas.* — Dioptrios esféricos; marcha de la luz y ecuaciones que los caracterizan. — Lentes gruesas; generalidades. — Planos y puntos principales. — Trazado de las imágenes y ecuaciones fundamentales. — Centro óptico y puntos nodales. — Constantes de una lente.

*Cromática.* — Dispersión de la luz: espectro solar luminoso. — propiedades de los colores del espectro. — Dispersión y poder dispersivo. — Síntesis de la luz blanca. — Colores complementarios. — Teoría de la dispersión. — Aberración de refrangibilidad en las lentes. — Acromatismo. — Teoría del acromatismo en los prismas. — Diasporámetros. — Teoría del acromatismo en las lentes.

### Instrumentos de Óptica.

*Visión.* — Definición y clasificación de los instrumentos de Óptica. — Descripción del globo del ojo en el hombre. — Marcha de los rayos en el ojo. — Acomodación del ojo á las distancias. — Distancia de la visión distinta. — Ojo normal. — Miopía, hipermetropía y astigmatismo. — Optómetros. — Angulo visual y ángulo óptico. — Persistencia de las impresiones luminosas. — Zootropo. — Visión binocular. — Estereoscopio. — Apreciación de los colores.

*Instrumentos de proyección.* — Cámara obscura. — Prisma menisco de Chevalier. — linterna de proyección. — Proyección de objetos horizontales. — Cinematógrafo. — Microscopio de proyección. — Cámaras claras.

*Microscopio.* — Microscopio simple. — Aumento y potencia del



microscopio simple.—Aberraciones en el microscopio simple.—Microscopio compuesto: marcha de los rayos.—Aumento, potencia y campo del microscopio.—Medida experimental del aumento.—Microscopio binocular.—Disposición mecánica del microscopio compuesto.—Aberraciones en el microscopio.—Medios de evitarlas.—Aplicaciones del microscopio.

*Instrumentos de aproximación.*—Clasificación de los instrumentos de aproximación.—Anteojo astronómico.—Aumento y campo del anteojo.—Círculo de Ramaden.—Medida experimental del aumento.—Disposición mecánica del anteojo astronómico.—Anteojo terrestre.—Anteojo prismático de Porro.—Anteojo de Galileo.—Telescopios.—Telescopio de Gregory.—Telescopio de Newton.

### Radiología.

*Intensidad de las radiaciones.*—Radiaciones: definiciones generales.—Diferentes radiaciones del espectro solar.—Rayos de Lenard y rayos N.—Intensidad de las radiaciones; sus leyes.—Medida de la intensidad del calor.—Termo-multiplicador de Melloni.—Fotometría.—Unidades fotométricas.—Fotómetro de Bunsen.—Fotómetro de Foucault.—Fotómetro de Mascart.

*Emisión de las radiaciones.*—Emisión del calor; poder emisivo y modos de medirlos.—Emisión de la luz: colores de los focos luminosos.—Análisis de las radiaciones emitidas por los distintos focos caloríficos y luminosos: espectroscopio. Espectro de emisión.—Emisión de las ondas hertzianas: principio de la resonancia múltiple.

*Absorción de las radiaciones.*—Absorción de las radiaciones caloríficas: casos que comprende.—Transmisión del calor. Poder diatermano.—Poder absorbente: su igualdad en el emisivo.—Absorción de la luz: colores de los cuerpos transparentes.—Espectros de absorción y sus relaciones con los de emisión.—Rayas oscuras del espectro solar.—Fundamento y aplicaciones del análisis espectral.

*Reflexión y refracción de las radiaciones.*—Reflexión de las radiaciones calorífica y eléctrica.—División de las radiaciones. Refracción de las radiaciones.—Determinación de los índices de refracción de sólidos y líquidos.—Determinación del índice de refracción de los gases.—Consecuencias deducidas del estudio de los índices de refracción.

*Transformación de las radiaciones y foto química.*—Transformación de las radiaciones.—Fosforescencia: causas que la determinan y modos de observarlas.—Fluorescencia.—Foto-química: acciones oxidantes y reductoras de las radiaciones.—Cuerpos rebeldes.—Fotografía: su objeto.—Cámaras y objetivos fotográficos.—Obtención de pruebas negativas.—Obtención de pruebas positivas.



Aplicaciones de la fotografía. — Reproducción de los colores por la fotografía.

*Celeridad de las radiaciones.* — Celeridad de las radiaciones caloríficas y luminosas. — Método de Roemer. — Método de Fizeau. — Método del espejo giratorio. — Resultados de los métodos anteriores. Celeridad de las oscilaciones eléctricas.

### Optica física.

*Interferencias y difracción de la luz.* — Optica física. — Interferencias luminosas. — Medios de producir y observar las interferencias. — Medida de la longitud y de la frecuencia de las ondas luminosas. — Interferencia de las radiaciones calorífica y eléctrica. — Colores producidos por láminas delgadas. — Anillo de Newton. — Difracción de la luz. — Principio de Huygens. — Teoría elemental de la difracción. — Enrejado ó redes de difracción.

*Doble refracción.* — Doble refracción: generalidades y modo de observarla. — Cristales uniáxicos y biáxicos. — Doble refracción en los cristales uniáxicos. — Rayos ordinarios y extraordinarios. — Eje óptico y sección principal. — Leyes de la doble refracción en los cristales uniáxicos. — Cristales positivos y negativos. — Doble refracción en los cristales biáxicos. — Ejes ópticos y secciones principales. — Causa de la doble refracción.

*Polarización de la luz.* — Luz polarizada: definiciones generales. Polarización por reflexión. — Polarización por refracción sencilla. — Ley de Brewster. — Polarización por doble refracción. — Ley de Malus. — Polarizadores y analizadores. — Polarizador de Delezenne. — Polarizadores por refracción sencilla. — Polarizadores virrefringentes. — Prisma de Nicol. — Teoría elemental de la polarización.

*Polarizaciones cromática y rotatoria.* — Polarización cromática: fenómenos que comprenden. — Colores observados con luz paralela. Tinta sensible. — Colores observados con luz convergente. — Explicación de la polarización cromática. — Polarización rotatoria. Cuerpos dextrogiros y levogiros. — Leyes de la polarización rotatoria. — Poder rotatorio específico. — Polarización rotatoria magnética. — Aplicaciones de la polarización rotatoria.

### Meteorología.

*Temperatura del aire.* — Objeto y división de la Meteorología. — Elementos que se consideran en Meteorología y medios de observarlos. — Variaciones de los elementos meteorológicos. — Medias diurnas, anuales y horarias. — Actinometría: su objeto y aparatos de estudio. — Color que recibe la Tierra del Sol: su división y circunstancias de que dependen. — Radiación de la Tierra. — Temperatura del aire. — Instalación de los termómetros meteorológicos. —



Variaciones de la temperatura en un mismo lugar. — Variación anual de la temperatura. — Climas físicos. — Distribución de las temperaturas en el Globo. — Líneas isotermas, isóteas é isokuimenas. — Temperaturas extremas observadas. — Poros de fríos. — Temperatura de las altas regiones de la atmósfera.

*Vientos.* — Presión atmosférica: medios de observarlas en Meteorología. — Variaciones diurnas de la presión atmosférica. — Variaciones anuales de la presión. — Distribución de las presiones en el globo. — Vientos: elementos que los definen. — Veletas. — Velocidad y fuerza de los vientos. — Anemómetros. — Causa de los vientos. Circunstancias que influyen en la dirección y velocidad de los vientos. — Gradiente barométrico. — Circulación general de la atmósfera. Vientos constantes. — Vientos periódicos. — Vientos variables. — Movimientos ciclónicos y anticiclónicos.

*Meteoros acuosos.* — Humedad del aire: sus variaciones. — Evaporación. — Atmismómetros. — Nubes: condiciones de producción. — Constitución de las nubes. — Clasificación de las nubes por su forma y altura. — Nieblas y brumas. — Lluvias. — Pluviómetros. — Clasificación general de las lluvias. — Distribución geográfica de las lluvias. Nieves. — Rocío y escarcha.

*Meteoros eléctricos.* — Meteoros eléctricos. — Electricidad de la atmósfera en tiempo sereno: medios de observarlas. — Distribución de la electricidad en atmósferas tranquilas. — Causas probables de la electricidad atmosférica. — Auroras polares. — Nubes tempestuosas. — Relámpago y trueno. — Rayo y choque de retroceso. — Pararayos. — Fuegos de San Telmo. — Causa de la electricidad de las nubes tempestuosas. — Granizo.

*Meteoros luminosos.* — Color del cielo. — Crepúsculo. — Arco iris. Coronas. — Halos.

*Perturbaciones atmosféricas.* — Causas generales de las perturbaciones atmosféricas. — Ciclones y tifones. — Leyes á que obedecen los ciclones. — Hipótesis ideada para explicar los ciclones. — Trombas. — Borrascas ó depresiones barométricas. — Marcha y segmentación de las depresiones. — Vientos locales producidos por las depresiones. — Anticiclones.

*Previsión del tiempo.* — Previsión racional del tiempo. — Distribución de los servicios meteorológicos. — Cartas meteorológicas. — Previsión de las borrascas. — Previsiones locales. — Tipos de tiempo. Previsión á larga fecha. — Períodos.

## Biología general.

### TEMA 1

*Biología.* — Partes que comprende su estudio. — Su división. — Cuerpos inorgánicos y orgánicos.



TEMA 2

Mineralogía: su definición. — Concepto de ser inorgánico. — Cristal. — Interpretación del estado cristalino.

TEMA 3

Principios de simetría. — Casos aparentes de falta de tales principios.

TEMA 4

Manera de formarse un cristal. — Accidentes en su formación. — Individuo cristalino.

TEMA 5

Sistemas cristalinos.

TEMA 6

Propiedades físicas y químicas de los cristales. — Medidas de ángulos en los cristales.

TEMA 7

Luz. — Su utilización en Mineralogía. — Aparatos apropiados.

TEMA 8

Determinación de especies por los conocimientos anteriores. — Fijación del individuo cristalino.

TEMA 9

Clasificaciones naturales y artificiales.

TEMA 10

*Plantas y animales.* — Concepto de la forma externa. — De su estructura. — De su composición.

TEMA 11

*Fisiología.* — Externa é interna de las plantas y de los animales. División del trabajo fisiológico.

TEMA 12

Origen y desarrollo de los organismos en general. — Crecimiento. — Reproducción y destrucción.

TEMA 13

*Botánica.* — Su definición. — Divisiones que se establecen para su estudio. — Morfología estática y dinámica.

TEMA 14

Morfología estática. — Forma externa ó interna. — Plasma y sus



modificaciones.—Elementos constitutivos de la célula.—Teoría celular.

TEMA 15

Tegido.—Órgano y aparato.—Acción progresiva y regresiva en el organismo vegetal.—Criterio externo de perfección.

TEMA 16

Fisiología externa.—Acciones recíprocas del medio y del organismo.

TEMA 17

Fisiología interna del organismo vegetal.—División de las funciones internas.—Funciones químicas y mecánicas.—Resumen del trabajo interno.

TEMA 18

Concepto de la vida vegetal como resultado del estudio de las funciones.—Criterio fisiológico de perfección.

TEMA 19

Origen y desarrollo del organismo vegetal.—Reproducción y origen de la forma y estructura.—Distinción entre planta é individuo.

TEMA 20

Aplicación de los estudios anteriores para establecer la clasificación en Botánica.—Clasificación adoptada.

TEMA 21

*Zoología*.—Su definición.—Organización y desarrollo de los animales.—Protoplasma.—Su diferenciación.—División del trabajo protoplasmático.—Núcleo.—Célula.—Conjuntos celulares.—Inicial de tejidos.

TEMA 22

*Tejidos animales*.—Transformaciones más notables de los tejidos.—Forma y caracteres que afectan.—Correlación de su aparición en los organismos.

TEMA 23

*Modalidad orgánica*.—Idea general sobre la aparición de los órganos.—Consecuencias para la formación de los aparatos.—Prelación de la causa.—Efectos resultantes.—Función.

TEMA 24

*Funciones*.—Su división.—Funciones de la vida vegetativa.—



Funciones de la vida de relación. — Resumen del estudio de las funciones.

TEMA 25

*Desarrollo de los organismos en Zoología.* — Teorías antiguas y modernas. — Grados de desarrollo en los diversos grupos zoológicos. — Importancia que presenta este estudio como base de clasificación.

TEMA 26

*Significación de la clasificación en Zoología.* — Teoría típica y evolucionista. — Principios de estas teorías y modificaciones producidas en la clasificación.

TEMA 27

*Principios de la selección natural.* — Individualidad. — Selección artificial. — Utilidad de su estudio.

TEMA 28

*Individuo, especie, variedad y raza.* — Según las dos teorías anteriores.

TEMA 29

*Zoología especial.* — División del reino animal en grados de organización. — Razonamientos en que se fundan las clasificaciones en Zoología.

TEMA 30.

*Clasificación adoptada.* — Fundamento de su división en grados y bases que sirven para su subdivisión en clases.

TEMA 31

*Morfología terrestre.* — Repartición de la vida.  
La Florida (Madrid), 28 de Septiembre de 1910. — El Director,  
VICENTE ALONSO MARTÍNEZ.

---



# ACADEMIA HERREROS

HERNAN CORTES, 22, 2.º

Preparación para Ingenieros y Ayudantes.

(Los profesores de esta Academia son todos Ingenieros).

## SECCION DE AGRONOMOS

á cargo de

D. Francisco Bilbao, Ingeniero Agrónomo

auxiliado de los señores

D. Juan Herreros, Ingeniero de Montes,

Director de la Academia.

D. José de Areba, Ingeniero de Minas.

D. Teófilo González, Ingeniero Industrial.

Se admiten internos que están sujetos á la inmediata  
vigilancia del Director.

Para toda clase de detalles dirigirse al Director de la Academia, que  
facilita gratis los Reglamentos.



Precio UNA peseta.

Se envía por correo certificado remitiendo previamente 1,50 pesetas,  
en forma de fácil cobro